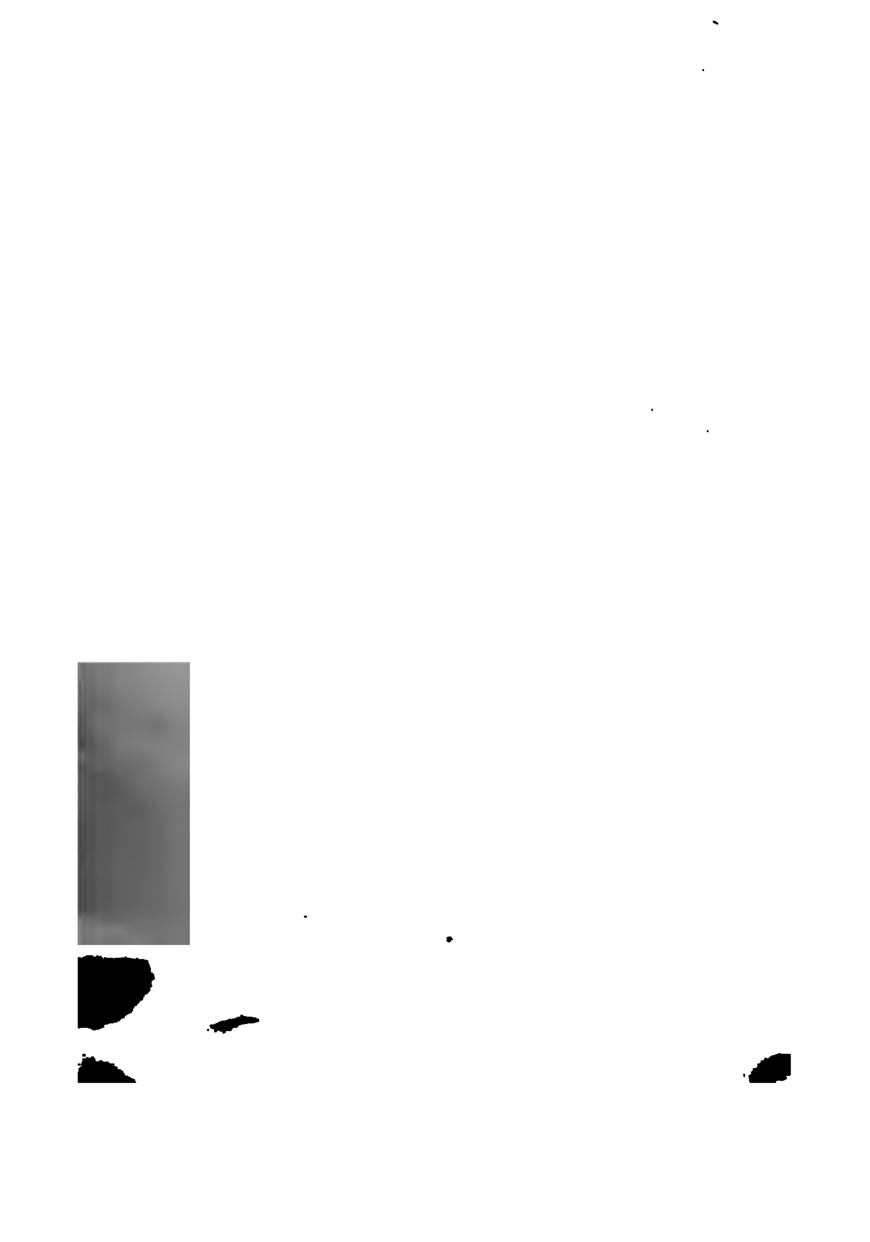
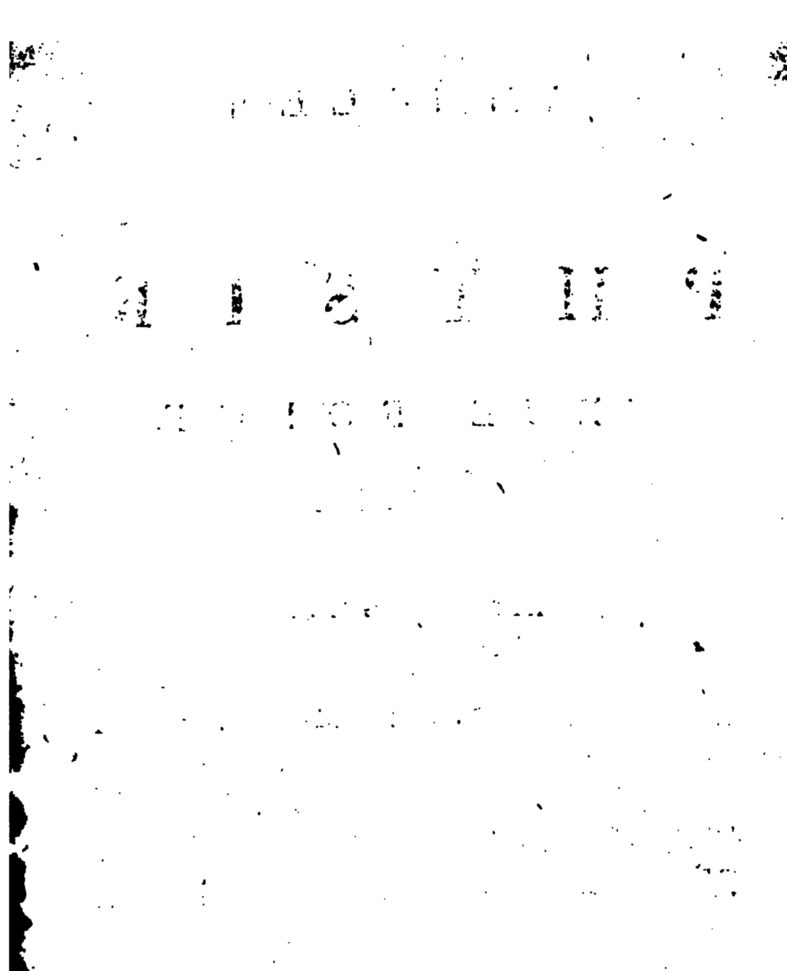
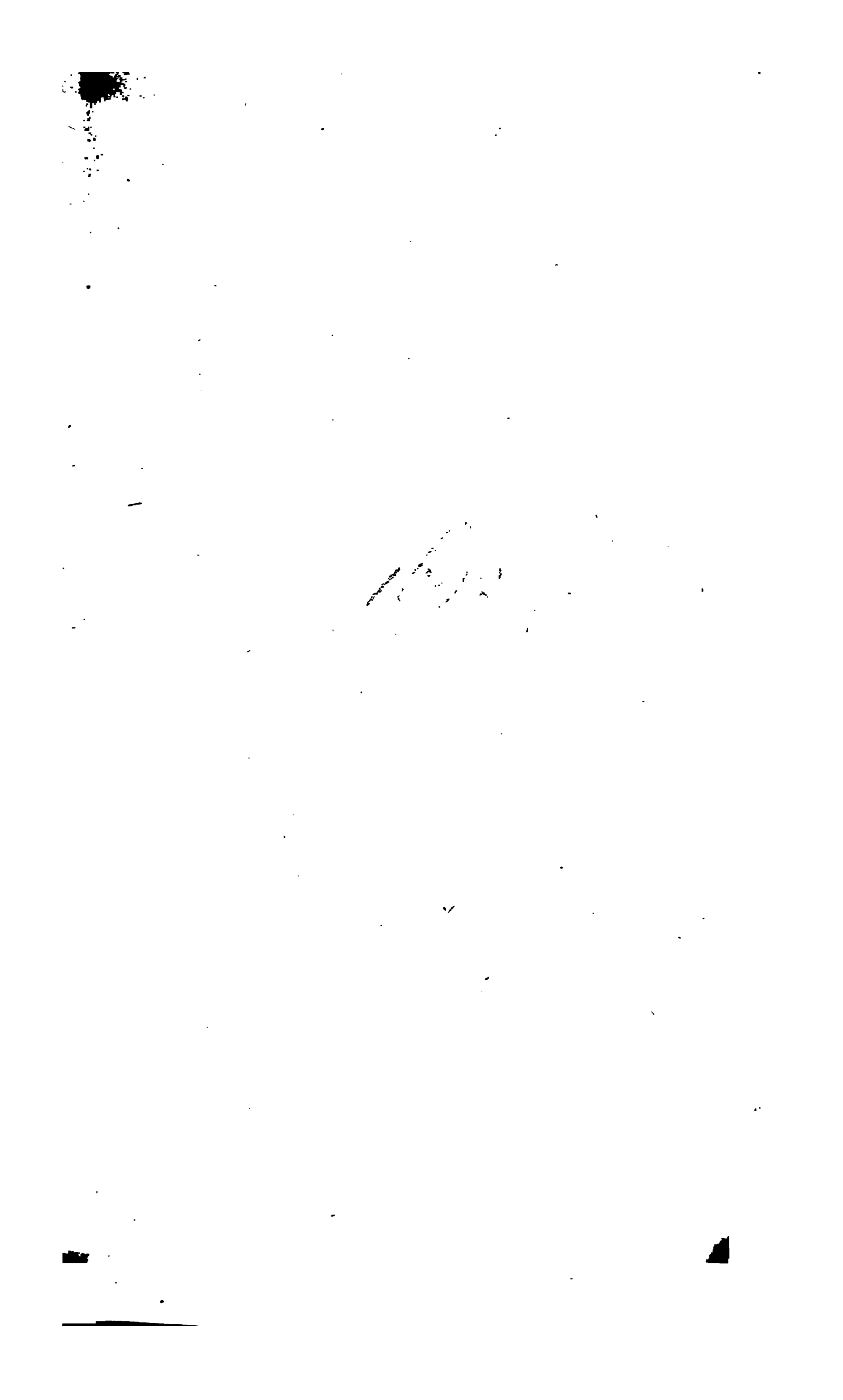
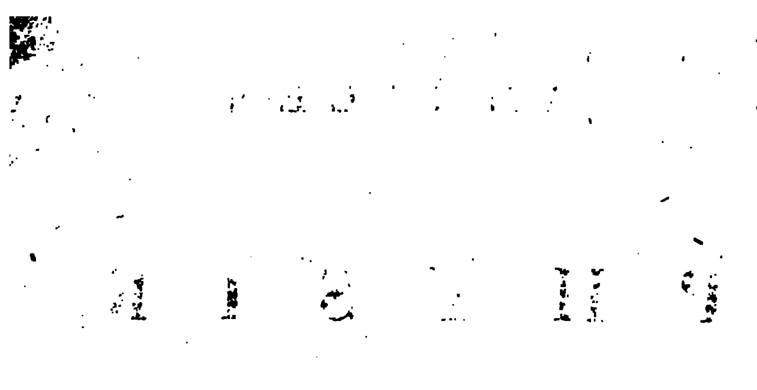










ANNALEN

DER

PHYSIK,

NEUE FOLGE.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. MED., ORD. PROF. D. PHYSIK U. CHEMIE ZU HALLE, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAVISCHEN GESELLS. DER NATURKUNDE ZU ROTTERDAM, UND DER GESELLSS. ZU GRÖNINGEN, HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE D. WISS. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

VIERTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1810.

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. MED., ORD. PROF. D. PHYSIK U. CHEMIE ZU HALLE, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAVISCHEN GESELLS. DER NATURKUNDE ZU ROTTERDAM, UND DER GESELLS. ZU GRÖNINGEN, HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE D. WISS. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

VIER UND DREISSIGSTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1810.

INHALT.

Jahrgang 1810. Band 4.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1810, ERSTES STÜCK.

I.

VERSUCHE
über die Mischungen prismatischer Farben;

vom
Professor Lüdicke in Meissen.

Die Versuche über die Verwandlung der Regenbogenfarben in Weiss, welche ich in dem siebenten Stücke dieser *Annalen* v. J. 1800. (B. V, S. 272.) beschrieben habe, hatten mir gezeigt, dass nicht allezeit *alle* prismatischen Farben nöthig sind, um auf einem Schwungrade, mittelst geschwinder Umdrehung, eine weisse Farbe hervor zu bringen, sondern dass schon drei, nach den Verhältnissen musikalischer Accorde ausgewählte, Farben zum Theil Weiss, und zum Theil eine lichte, dem Weissen sehr nahe kommende, Farbe geben. Bei der Schwierigkeit, die Farben rein aufzutragen, war die Vermuthung natürlich, diese Farbenaccorde möchten bei mehrerer Genauigkeit vielleicht insgesammt Weiss gegeben haben. Um diese Vermuthung zu bestätigen oder zu widerlegen, wiederholte ich alle jene Versuche mit grösserer Sorgfalt,

Einige geringfügige Abweichungen ausgenommen, fand ich diese letztern Versuche mit den erstern übereinstimmend. Sie konnten also zwar nicht dazu dienen, meine Meinung zu bestätigen; es wurde aber dafür durch sie die Newtonsche Bemerkung, daſs Farben, die innerhalb einer gewissen Grenze liegen, gemischt, die mittlere Farbe darstellen, und daſs die auſserhalb dieser Grenze liegenden Farben von dem Mittel sehr abweichen; und dabei zeigte sich so viel Regelmäſsigkeit, daſs ich die Beantwortung folgender Fragen für möglich hielt:

Welche Farben geben gemischt das Mittel, und welche weichen davon ab?

Nach welchem Gesetze richten sich die aus Mischungen entstandenen Farben?

In welchen Verhältnissen tragen Licht und Wärme bei, die Farben hervor zu bringen?

Um diese Fragen nur einiger Maſsen genugthuend beantworten zu können, war eine Verbesserung des Farbenrades und der Farbentinten, und eine noch gröſsere Anzahl Versuche nöthig, welche ich mit gleichförmiger Genauigkeit vorbereiten und von denen ich viele mehr als ein Mahl wiederholen muſste. Ich hatte dann die Versuche auszuwählen, welche jederzeit einen bestimmten und leicht zu unterscheidenden Erfolg gaben, und von ihnen wieder diejenigen, von denen die übrigen abzuhängen schienen. Diese Erfolge und die angewendeten Farben waren die gegebenen Gröſsen; und mit ihrer Hülfe muſsten die Reihen aufgesucht

werden, deren Glieder ich als Elemente der Berechnung ansehen wollte. Es konnte hierbei nicht fehlen, daſs eine Menge Formeln zu untersuchen war, welche nicht durchgängig mit den Versuchen übereinstimmten, bis ich diejenige fand, welche meiner Absicht Genüge leistete. Es bestehet diesem gemäſs der Aufsatz, den ich hier den Naturforschern vorlege, ganz aus Versuchen und daraus gezogenen Folgerungen, und er enthält keine Hypothese, als lediglich die der angenommenen Elementarreihe und der Formel, welche jedoch durch Vergleichung einer Menge Versuche erst gefunden werden muſste. Da ich zu näherer Erklärung meiner Untersuchung noch andere verwandte Gegenstände abhandeln muſs, so stelle ich alles in folgende Abtheilungen zusammen.

1. Verbesserung des kleinen Schwungrades, und Geschwindigkeit desselben.

2. Nachahmung des prismatischen Farbenbildes mit verbesserten Farbentinten.

3. Versuche, welche vor mir mit Mischung dieser Farben gemacht worden sind.

4. Neue Versuche über die Mischung der Lichtfarben, welche ich mit Hülfe des kleinen Schwungrades angestellt habe.

5. Uebereinstimmung der mit Prismen und der mit Pigmenten angestellten Versuche.

6. Folgerungen aus obigen Versuchen.

7. Ueber die Entstehung des prismatischen Farbenbildes.

8. Von den Farben bei dem Anlaufen des Stahles.

9. Newton'ſcher Verſuch eines Geſetzes.

10. Theorie des Herrn Voigt.

11. Neue Theorie der Farbenmiſchungen.

12. Vergleichung meiner Theorie mit den Verſuchen.

13. Ueber die Annäherung an Weiſs, welche verſchiedene Farbenmiſchungen geben.

14. Ueber das von Schwarz und von einigen Farben reflectirte Licht.

15. Verhältniſsmäſsige Dichtigkeit des reflectirten Lichtes.

16. Verhältniſs des Lichts und der Wärme bei den Farben.

Dieſe Gegenſtände ſollen in den drei erſten Stücken des gegenwärtigen Jahrgangs dieſer Annalen in der hier angegebenen Ordnung von mir behandelt werden.

I. *Verbeſſerung des kleinen Schwungrades, und Geſchwindigkeit deſſelben.*

Das kleine Schwungrad für Farbenverſuche, welches ich in dem ſiebenten Stücke dieſer Annalen v. J. 1800. (B. V, S. 272) beſchrieben habe, wo man die umſtändliche Angabe aller Theile nachleſen mag, ſtelle ich auf Kupfertafel I, in Fig. 1, noch ein Mahl vor, um die von mir angebrachten Veränderungen zu verdeutlichen. Dieſe Verbeſſe-

rungen bestehen in Folgendem: Ueber den Rand der Schwung-Scheibe habe ich bei *a*, *b* einen Ring angebracht, welcher sich auf den Rand der Scheibe anklemmt und mit seinem oben hereinwärts stehenden Rande die Farbenscheiben an das Schwungrad andrängt; dadurch liegt nun die Farbenscheibe auf der Fläche des Rades allenthalben genau auf, und die aufgetragenen Farben bewegen sich nun alle in einer und derselben Ebene. Der Ring kann von Holz oder von dünnem Messing seyn; der meinige ist aus mehreren Lagen gut geleimten Papiers verfertigt.

Das kleine Sehrohr *lm*, dessen Achse sich in der verlängerten Achse der Welle befinden muss, ist mittelst eines kleinen Armes mit der messingenen Stange *gh* verbunden, die sich an den Bügel *pqh* verschieben läfst; wodurch das Sehrohr der Scheibe nach Belieben genähert werden kann. An der Stelle des Objectivglases, bei *m*, befindet sich eine Blendung *rs*, welche nur den in der Figur bemerkten schmalen Ring zur Durchsicht übrig läfst. Das innere kleine Kreisplättchen, im Durchmesser 0,7 Dresdner Zoll, ist mit 4 schwachen Drähten an den Ring, dessen innerer Durchmesser 0,9 Zoll hält, befestigt. Bei dieser Einrichtung läfst sich das Sehrohr so verschieben, und mittelst der Ocularröhre, welche ganz ohne Glas ist, so stellen, dafs man durch den 0,2 Zoll breiten Ring jedes Mahl nicht mehr als den verlangten Farbenring sieht.

Bei diesen angegebenen Verhältnissen der Theile beschreibt das Rad bei dem stärksten Zuge des Fadens in einer Sekunde 18 Umgänge. Liegt die Regenbogenscheibe darauf, so zeigt sich dann 24 Sekunden lang ein weisses Licht; erst nach 50 Sekunden entsteht ein glänzender Regenbogen, bis endlich die Bewegung nach ungefähr einer Minute ganz aufhört. Bei 12 und 10 Umgängen auf eine Sekunde findet noch die völlige Vermischung der Farben Statt; nur erst bei 6 Umgängen auf eine Sekunde scheinen einige Farben deutlich hervor; und bei $2\frac{1}{2}$ Umgängen auf die Sekunde erscheinen alle Farben sehr schön verlaufen, und der Regenbogen ist glänzend. Da nun der Eindruck, welchen das Licht auf der Netzhaut macht, nach der Bestimmung Segner's $\frac{1}{2}$ Sekunde *), und nach d'Arcy $2\frac{2}{3}$ Sekunden **) dauert; so würden hiernach (als bei Erscheinung des glänzenden Regenbogens, alle Farben in $\frac{1}{2}$ Sekunde $1\frac{1}{4}$ Umgang, oder in $2\frac{2}{3}$ Sekunden $6\frac{2}{3}$ Umgänge beschrieben,) die Farben sich völlig haben vermischen und Weiss darstellen müssen, wenn die Farben eben so lange dauernde Eindrücke, als das ungefärbte Licht auf der Netzhaut zurück liessen. Da aber 12 oder wenigstens 10 Umgänge in einer Sekunde erfordert werden, um eine völlige Vermischung der Farben zu bewirken, so wird hierdurch der sehr natürliche Schluss bestätigt: dass die Eindrücke

*) *De raritate luminis*, *Goetting*. 1740. L.

**) *Mém. de l'Acad. de Paris* 1765. *p.* 450. L.

des farbigen Lichts nicht so dauernd auf der Netzhaut, als die des weissen Lichts, seyn können.

2. *Nachahmung des prismatischen Farbenbildes mit verbesserten Farbentinten.*

Alle Ringe auf den Farbenscheiben sind von mir nach den Verhältnissen der Breite eingetheilt worden, welche ich in dem siebenten Stücke der Ann. v. J. 1800. (B. V, S. 282) angegeben habe, und die den folgenden Versuchen beigefügten Grade der Ringtheile sind von mir nach diesen Verhältnissen berechnet worden. Die Scheiben selbst sind von geglätteter Kartenpappe, welche ich auf beiden Seiten mit sehr weissem feinen Zeichenpapier überzogen habe. Auf jeder Seite der Scheibe befinden sich 3, zuweilen auch 4 Ringe, die mit breiten schwarzen Kreislinien von einander abgesondert sind. Die innere unbenutzte Kreisfläche ist bei einigen schwarz, bei andern grün, um alles weisse Licht gänzlich zu entfernen. Die Abtheilung der Grade auf der Scheibe habe ich sehr bequem mittelst einer, auf einer Kartenpappe gezeichneten, die Scheiben umschliessenden Gradscheibe aufgetragen. Ich habe nämlich aus einem Stücke Kartenpappe eine Kreisfläche von der Grösse der Scheiben ausgeschnitten, und dann einen schmalen Ring um den innern Rand in einzelne Grade getheilt.

Das Auftragen der Farben auf die Ringe der Scheiben erfordert viel Sorgfalt, wenn aus allen Farben ein ungefärbtes reines Weiss entstehen soll.

Die Pigmente, welche man hierzu anwenden kann, ſind nicht ſo glänzend und rein, als die Farben des Regenbogens, und müſſen, ſtark aufgetragen, zwiſchen ihren Theilen Schatten erzeugen, welche ein ſchmutziges Weiſs hervor bringen. Um nun dieſen Nachtheil ſo viel als möglich zu verhüten, und bei allen Verſuchen eine jede Farbe unverändert beizubehalten, bereitete ich 12 Farbentinten, wovon jede ihr eigenes Glas und ihren eigenen Pinſel hatte. Sie waren aus folgenden Pigmenten zuſammen geſetzt.

a; Röthlich Violet; aus rothem Carmin und etwas blauem.

b; Violet; aus blauem Carmin mit etwas rothem.

c; Indigo; aus blauem Carmin mit ſehr wenig rothem.

d; Blau; blauer Carmin.

e; Hellblau; blauer Carmin, mehr verdünnt.

f; Bläulich-Grün; kryſtalliſirter Grünſpan in Eſſig aufgelöſet, mit etwas Weinſtein.

g; Gelblich-Grün; die letzte Auflöſung, mit etwas Gummigutte verſetzt.

h; Strohgelb; Gummigutte, ſehr verdünnt.

i; Gelb; Gummigutte, ſtärker aufgetragen.

k; Orange; Gummigutte mit etwas rothem Carmin.

l; Hochroth; rother Carmin mit etwas Gummigutte.

m; Dunkelroth; rother Carmin.

Einige dieser Pigmente habe ich nachher, um sie den Farben des Prisma noch ähnlicher zu machen, dahin verbessert, daſs ich

e; *Hellblau* aus blauem Carmin und etwas Grün zusammen setzte;

h; *Strohgelb*, aus Gummigutte und ein wenig Grün; und

i; *Gelb*, aus Gummigutte und sehr wenig rothen Carmin, um der Gummigutte den grünlichen Schimmer zu benehmen.

Alle Farben wurden mit aufgelöſetem, ganz weiſsem, arabischen Gummi versetzt und mit einem etwas vollen Pinsel, zur Beförderung der Gleichheit, aufgetragen. Um aber zu wissen, ob alle diese Farbentinten mit den Farben des prismatischen Farbenbildes überein kämen, wurden alle, nach dem oben erwähnten Verhältnisse der Breiten, in einen Ring einer der Scheiben eingetragen, und diese auf das kleine Schwungrad gebracht. Wurde dieses nun gedreht, so lieſs sich aus der Nüance des Weiſsen einiger Maſsen die Farbe vermuthen, welche diese Färbung veranlaſste. Dieses wurde so oft mit verbesserten Tinten wiederholt, bis alle ein ungefärbtes Weiſs gaben.

3. *Versuche, welche vor mir mit Mischung der prismatischen Farben gemacht worden sind.*

Eine Mischung prismatischer Farben kann man auf zweierlei Art bewirken: man läſst entweder

Weiss, Hochblau, Indigblau, Violet. Woraus Herr Wünsch nach seiner Untersuchung mit dem Stifte *) schliesst, dass aus matt *Roth* und lebhaft *Hochblau* Weiss, aus *Veilchenblau* und grünlich *Gelb* Weiss, aus brennend *Roth* und lebhaft *Hochblau* blass Rosa, und aus lebhaft *Grün* und *Veilchenblau* Hochblau entstanden sey.

Versuch 8. Der hochblaue Theil des untern Strahlenbündels wurde auf Gelb des obern geleitet; alsdann fielen zugleich *Grün* auf *Roth*, welches Gelb gab, und dieses zum Theil doppelte Farbenbild war von unten herauf: Roth, Pomeranzengelb, Gelb, grünlich Gelb, Weiss, Hochblau, Indigblau und Violet. Hier ergab sich aus der Untersuchung mit dem Stifte, dass aus lebhaft *Gelb* und lebhaft *Hochblau* Weiss, welches etwas ins Grüne zu fallen schien, entstand.

Zweite Reihe der Wünsch'schen Versuche mit 3, 4 und 5 Prismen.

Versuch 1. Lebhaft *Roth*, *Hochblau*, *Hochblau* gaben vollkommen Weiss.

Versuch 2. *Hochgelb*, *Hochblau*, *Veilchenblau* gaben vollkommen Weiss; und *Hochgelb*, *Hochblau*, *Veilchenblau*, *Veilchenblau* gaben Weiss, etwas glänzender.

Versuch 3. Lebhaft *Roth*, schön *Grün*, *Veilchenblau* gaben blass Rosa; lebhaft *Roth*, schön *Grün*, *Veilchenblau*, *Hochblau* gaben Weiss.

Versuch 4. Lebhaft *Roth*, schön *Grün*, schön *Grün*, *Veilchenblau*, *Veilchenblau* gaben ein ganz weisses Licht.

*) Er hielt nämlich einen Bleistift, einen halben Fuss von der Tafel entfernt, so in den Farbenstrahl, dass dessen Schatten recht in die Mitte des zu untersuchenden Lichtes fiel; dann war dieser Schatten mit den beiden Farben begrenzt, aus welchen das Licht entstanden war. *L.*

2. *Mischung der Farbenstrahlen, welche von Pigmenten zurück geworfen werden.*

Die ersten etwas ausführlichen Versuche hierüber hat, so viel mir bekannt ist, Scopoli gemacht, und in seiner *Entomologia carniolica* 1763 beschrieben. Ich führe sie hier aus der Abhandlung des Herrn J. G. Voigt über farbiges Licht und Farben an, wo sie sich wörtlich ausgezogen befinden. Scopoli bediente sich eines hölzernen Drehrädchens, welches mit einer beinernen Achse versehen war, und theilte die Scheiben in 8 gleiche Sectoren, die er mit Farben ausfüllte. Seine Farben waren: Zinnober, Gummigutte, Berlinerblau, Tusche, Bleiweiss und Grün, aus Blau und Gelb zusammen gesetzt. Da die meisten seiner Versuche theils wegen seiner Eintheilung, theils wegen der angewendeten schwarzen und weissen Felder, nichts zu meiner Absicht beitragen, so führe ich nur folgende an:

6	Theile	*Roth*	und 2	Theile	*Grün*	gaben	Korallenroth.
6	—	*Roth*	— 2	—	*Blau*	—	Hellroth.
4	—	*Roth*	— 2	—	*Gelb*	—	Goldgelb.
6	—	*Gelb*	— 2	—	*Blau*	—	Strohgelb.

Viel vorzüglicher sind die Versuche des Hrn. J. G. Voigt *), ob sie wohl ebenfalls wegen der Eintheilung mit den meinigen nicht vollkommen überein treffen können. Hr. Voigt bediente sich zu seinen Versuchen des farbigen Atlasses und der

*) Dessen *Beobachtungen und Versuche über farbiges Licht, Farben und ihrer Mischung* im 3. Hefte des 3. Bandes des *neuen Journals der Physik von Dr.* Gren, 1796. L.

seidenen Bänder, weil ihre Farben an Intensität und Reinigkeit den Farben des Prisma am nächsten kämen, obgleich sie, wie er selbst gestehet, mit denen des Prisma nicht überein kam. Das Roth war nämlich wie die innersten Blätter einer recht brennenden erst aufgeblüheten Rose, das Grün Apfelgrün, das Violblau etwas zu dunkel, das Blau und Gelb aber waren ziemlich eben so wie das im Prisma.

Versuch 1. Jeder Quadrant der Scheibe war in 3 Sectoren getheilt, welche sich wie 2, 3, 4 verhielten, und von denen der erste mit *Roth*, der zweite mit *Grün*, der dritte mit *Violet* belegt wurde. Bei dem Umdrehen entstand Weiss, welches etwas Violet war. Wenn die Farben ganz weiss werden sollten, so müssten, meinte Hr. Voigt, die Sectoren sich wie 100, 168 und 150 verhalten.

Versuch 2. Derselbe Versuch mit dunklerm *Roth* und dunklerm *Grün* wiederholt, gab dunkel Violet.

Versuch 3. Gleiche Theile *Grün* und *Violet* gaben Hellblau.

Versuch 4. Gleiche Theile *Roth* und *Grün* gaben eine weissliche Farbe, welche ins Rothgelbe fiel.

Versuch 5. Ein Theil *Roth* und 2 Theile *Dunkelgrün* gaben ein ins Braun spielendes Gemisch.

Versuch 6. *Roth*, *Grün*, *Gelb* zu gleichen Theilen und etwas *Violet* gaben Blassgelb.

Versuch 7. Die sieben Farben des Prisma in dem Verhältnisse, wie sie im prismatischen Farbenbilde erscheinen, gaben Weiss.

Versuch 8. *Dunkelroth* und *Dunkelviolet* zu gleichen Theilen gaben ein helleres Roth, als zur Mischung angewendet worden.

Versuch 9. 4 Theile *Roth*, 2 Theile *Dunkelblau* und 2 Theile *Hellblau* gaben Rosenroth.

Versuch 10. Gleiche Theile *Hellgelb* und *Roth* gaben Orange.

Versuch 11. Gleiche Theile *Grün*, *Hellroth* und *Orange* gaben Hellgelb, und gleiche Theile *Grün*, *Roth*, *Violet* und *Orange* ein ins Violette spielendes Gelb.

Versuch 12. 2 Theile *Hellblau* und 1 Theil *Roth* gaben ein blasses Violet.

Versuch 13. 3 Theile *Hellgelb* und 5 Theile *Hellblau* gaben ein kaum merkliches, aber sehr ins Gelbe fallendes, Grün.

Versuch 14. Gleiche Theile *Hellgelb* und *Violet* gaben ein Gelb mit einem grauen Teint.

Versuch 15. Wenn sich ein weisser Sector auf einer Scheibe befand, so wurden die Farben der Mischung unmerklich heller; wenn aber der weisse Sector grösser, als alle übrigen Farben war, so näherte sich die Farbe immer mehr dem Weissen.

Versuch 16. Gleiche Theile *Hellblau* und *Orange* gaben röthlich Hellbraun.

Die übrigen Versuche übergehe ich, weil sie Schwarz enthalten. Herr Voigt bemerkt in der Folge, S. 256, dass seine Versuche mit denen des Hrn. Wünsch nicht völlig überein stimmten; denn er habe aus Roth und Grün auf der Scheibe kein vollkommenes Gelb hervor bringen können. Dieses scheint ihm daher zu kommen, dass man die Pigmente mit seidenem Zeuge nicht in der Vollkommenheit haben könne, wie das Prisma sie uns zeigt, und dass durch einen noch so schnellen Umlauf der Scheibe nie eine wahre Mischung, sondern nur eine

Mifchung durch Täufchung hervor gebracht werde. Die erfte Urfache fcheint mir zur Erklärung diefer Verfchiedenheit vollkommen hinreichend: denn, fo wenig man mit Pigmenten die Farben des prismatifchen Farbenbildes in ihrer ganzen Reinigkeit und Klarheit nachahmen kann, eben fo wenig kann man alle Schatten vermeiden, welche die Unebenheiten des Papiers hervor bringen; und diefe mufsten bei feidenen Zeugen, zwifchen den Fäden, und da, wo die Bänder an einander gefetzt waren, noch häufiger und ftärker, als bei feinem Papiere, Statt finden. Ungeachtet ich mich des feinften holländifchen Zeichenpapiers bedient, und die Abtheilungen zwifchen den Farben nicht mit Bleiftift, fondern mit einer feinen Spitze angegeben habe, fo ift der gelbe Effect dennoch oft unrein gewefen, welchen ich daher mit Lederfarbe bezeichnet habe. Die zweite Urfache, welche Hr. Voigt angiebt, halte ich nicht nur für überflüffig zur Erklärung, fondern auch für unrichtig; denn in beiden Fällen empfängt das Auge die von den Farben zurück geworfenen gemifchten Lichtftrahlen. Ob diefe Mifchung eine chemifche oder eine mechanifche in einem oder dem andern Falle fey, läfst fich fchwer ausmachen, und würde auch hierin nichts entfcheiden. Diefe einzige Verfchiedenheit dürfte hierbei Statt finden, dafs die Mifchungen der Farbenftrahlen, mit Hülfe der Prismen in der Nähe des Bildes, bei dem Farbenrade aber in der Nähe des Auges gefchehen.

4. *Neue*

4. *Neue Versuche über die Mischung der Lichtfarben, welche ich mit Hülfe des oben beschriebenen kleinen Schwungrades angestellt habe.*

Viele der folgenden Versuche, vorzüglich diejenigen, bei welchen die Effecte wegen ihrer Dünnheit unsicher waren, sind von mir zwei und drei Mahl angestellt worden. Bei der ersten und zweiten Reihe von Versuchen habe ich die oben zuerst beschriebenen Pigmente, bei der dritten Reihe aber die angegebenen verbesserten gebraucht. Bei der dritten Reihe habe ich zugleich die Vorsicht angewendet, dass in den äussern und grössern Ring jeder Scheibe 4 bis 12 Farben, in den mittlern Ring 3 Farben und in den innern kleinsten Ring 2 Farben gebracht wurden; damit die allzu grosse Ausbreitung einer Farbe, wenn 2 Farben in den grössten Ring gelegt worden wären, nicht etwa eine Verschiedenheit des Effects bewirken möchte. Die drei Reihen von Versuchen werde ich mit (1), (2) (3) bemerken. Zu Wirkungen, bei denen keine Zahl steht, gehörte nur ein Versuch. Alle gebrauchten Farbentinten werde ich, der Kürze wegen, mit den Buchstaben bezeichnen, die ich in meiner Farbentafel S. 17. ihnen beigefügt habe; dabei aber zugleich angeben, wie viel Grade die Farben, vermöge ihres Verhältnisses in der Farbentafel, auf der Scheibe einnehmen.

Zusammen hängende Farben.

Versuch 1. 2. 3. 4. Zwei Farben, *ab*, *ef*, *hi*, *lm*, welche auf der Scheibe 185 und 175 Grade einnahmen, gaben die mittlere Farbe.

Versuch 5. 6. 7. 8. Drei Farben, *abc*, *cde*, *ghi*, *klm*, von 127, 120, 113 Graden, gaben Violet, Blau, reines Gelb, Hellroth.

Versuch 9. 10. 11. 12. Vier Farben, *abcd*, *efgh*, *ghik*, *iklm*, von 98, 93, 87, 82 Graden, gaben Violet, Grün, Gelb, Orange.

Versuch 13. 14. 15. 16. Fünf Farben, von *a* bis *e*, von *d* bis *h*, von *e* bis *i*, von *h* bis *n*, welche auf die Scheibe 81, 76, 71,5, 67,5, 64 Grade einnehmen, gaben Indigo, Grün, Gelbgrün, Orange.

Versuch 17. 18. 19. Sechs Farben, von *a* bis *f*, von *d* bis *i*, von *g* bis *m*, von 69, 65, 61,5, 58, 55, 51,5 Graden, gaben (1) Indigo, Grün, Orange, und (2) Indigo, Grün, Hellorange.

Versuch 20. 21. 22. Sieben Farben, von *a* bis *g*, von *c* bis *i*, von *f* bis *m*, von 61, 57,5, 54, 51, 48, 45,5, 43 Graden, gaben (1) Blau, Grün, Gelb; (2) Blau, Grün, Lederfarbe.

Versuch 23. 24. 25. Acht Farben, von *a* bis *h*, von *c* bis *k*, von *e* bis *m*, von 54,5, 51,5, 48,5, 46, 43,5, 41, 38,5, 36,5 Graden, gaben (1) Weiſs, etwas bläulich; Weiſs, etwas grünlich; Weiſs, etwas Lederfarbe; (2) Aſchgrau, ſehr lichtes Gelbgrün, lichte Lederfarbe, (3) lichtes Blau oder Aſchgrau, ſehr nahe Weiſs, reines Gelb.

Versuch 26. 27. 28. Neun Farben, von *a* bis *i*, von *c* bis *l*, von *d* bis *m*, von 50, 47, 44,5, 42, 39,5, 37,5, 35, 33, 31,5 Graden, gaben (1) Weiſs, etwas bläulich; Weiſs, gelblich oder grünlich; Weiſs, etwas Orange; (2) lichte Aſchgrau, grünlich Weiſs, Paille, (3) lichte Blau, Grün, ſehr dünn Gelblichgrün.

Versuch 29. 30. 31. Zehn Farben, von *a* bis *k*, von *b* bis *l*, von *c* bis *m*, von 46, 43,5, 41, 39, 36,5, 34, 32,5, 31, 29, 27,5 Graden, gaben (1) Weiſs, bläulich; Weiſs, grünlich; gelblich Weiſs; (2) Weiſs, etwas

Aſchgrau, grünlich Weiſs, röthlich Weiſs, (3) ſehr lichte Grün, ſehr lichte gelblich Grün, ſehr lichte Gelb.

Verſuch 32. 33. Elf Farben, von *a* bis *l*, von *b* bis *m*, von 43, 40,5, 38,5, 36, 34, 32, 30,5, 29, 27, 25,5, 24 Graden, gaben (1) und (2) Weiſs, ein wenig aſchgrau, Weiſs, ein wenig gelblich; (3) Weiſs, etwas grünlich oder bläulich, Weiſs, ein wenig grünlich.

Verſuch 34. Alle 12 Farben von *a* bis *m*, welche auf der Scheibe folgende Zahl von Graden, der Folge nach, einnahmen, 40,5, 38, 36, 34, 32, 30,5, 28,5, 27, 25,5, 24, 22,5, 21,5, gaben (1, 2, 3) reines Weiſs.

Zwei getrennte Farben.

Verſuch 35. 36. 37. 38. Die groſse Sekunde in der Muſik *ac*, *eg*, *fh*, *km*, welche auf der Farbenſcheibe 190,5, 169,5 Grade einnahmen, gaben die mittlere Farbe.

Verſuch 39. 40. 41. 42. Die kleine Tertie: *ad*, *cf*, *fi*, *hl*, von 195,5, 164,5 Graden, gaben (1) Violet, Blau, lichte Grün, lichte Roth; (2) Violet, Aſchgrau, Grünlichgelb, Orange.

Verſuch 43. bis 50. Die groſse Tertie: *ae*, *bf*, *cg*, *dh*, *ei*, *fk*, *gl*, *hm*, von 201, 159 Graden, gaben (1) und (2) Violet, Aſchgrau, Grün, Grün, grünlich Gelb, grünlich Gelb, Lederfarbe, Orange; und (3) Roſa, Aſchgrau, lichte Blau, Grün, Grün, Gelb, geſättigte reines Gelb, Orange.

Verſuch 51. bis 57. Die kleine Quarte: *af*, *bg*, *ch*, *di*, *ek*, *fl*, *gm*, von 206, 154 Graden. Hier war die erſte Reihe gröſsten Theils fehlerhaft aufgetragen, hingegen gab (2) Weiſs, etwas Aſchgrau; Weiſs, etwas Aſchgrau; Weiſs, grünlich; ſehr lichte Grün; Weiſs, gelblich; lichte Gelbgrün, Braun; (3) lichte Blau, Grün, ſehr ſchwach Grün, Grün, ſehr lichte Gelb, Lederfarbe, Orange.

Versuch 58. bis 63. Die grosse Quarte: *ag*, *bk*, *ci*, *dk*, *el*, *fm*, von 211, 149 Graden, gaben (1) hell Aschgrau, Weiss, etwas Aschgrau, lichte Gelbgrün, Violet, Violet, Lederfarbe; (2) Weiss, etwas Aschgrau, Weiss, etwas Aschgrau, Weiss, grünlich, Weiss, grünlich, Rosa, Violet; (3) schwach Aschgrau, schwach Aschgrau, Paille, Weiss, etwas violet, sehr dünn Violet, lichte röthlich Violet oder lichte schmutzig Roth.

Versuch 64. bis 68. Die Quinte: *ah*, *bi*, *ck*, *dl*, *em*, von 216, 144 Graden, gaben (1) hell Lederfarbe, Lederfarbe, hell Violet, hell Violet, lichte Rosa; (2) Weiss, röthlich, Weiss gelblich, Weiss Violet, Violet, hell Violet; (3) Weiss, ein wenig Röthlich oder ein wenig Violet, bläulich Weiss, Weiss, etwas Violet, Violet, Violet.

Versuch 69. bis 72. Die kleine Sexte: *ai*, *bk*, *cl*, *dm*, von 221, 139 Graden, gaben röthlich Lederfarbe, lichte Roth, welches ins Gelbe fiel, röthlich Violet, lichte Violet.

Versuch 73. 74. 75. Die grosse Sexte: *ak*, *bl*, *cm*, von 226, 134 Graden, gaben lichte Roth, Violet, Violet.

Versuch 76. 77. Die kleine Septime: *al*, *bm*, von 230,5, 129,5 Graden, gaben röthlich Violet, Violet.

Versuch 78. Die grosse Septime *am*, von 235, 125 Graden, gab röthlich Violet.

Um zu untersuchen, ob die zu grosse Ausbreitung einer Farbe, wenn, wie bisher, 2 Farben in einen grossen Ring gebracht wurden, die Annäherung an Weiss befördern, oder nicht, wiederholte ich den 58. Versuch *ag*, — welcher (1) hell Aschgrau, (2) Weiss, etwas Aschgrau, (3) schwach Aschgrau gegeben hatte, — in einem so kleinen Ringe, dass jede Farbe denselben Raum, als bei allen 12 Farben, einnahm, und der Effect war ebenfalls schmutzig Weiss oder hell Aschgrau.

Woraus alſo erhellte, daſs die gröſsere Ausbreitung der Farben zur Annäherung an Weiſs nichts beiträgt.

Drei getrennte Farben, welche dieſelbe Entfernung, als die muſikaliſchen Accorde, von einander haben.

Um mit dieſen 12 Farben, oder mit dieſer einzigen Octave, alle Accorde angeben zu können, habe ich den Grundton bald unten, bald in die Mitte, bald oben ſetzen müſſen.

Verſuch 79. bis 83. *aeh*, *bfi*, *cgk*, *dhl*, *eim*, welche auf der Farbenſcheibe 146, 116, 98 Grade einnahmen, gaben (1) Weiſs, kaum merkbar röthlich; Weiſs, etwas grünlich; Weiſs, grünlich; Weiſs, bläulich; Weiſs, gelblich; (2) Weiſs, etwas violet; Weiſs, grünlich; Weiſs, gelblich; Weiſs, grünlich; Weiſs, etwas lederfarben; (3) Paille; Paille, etwas lichter; Aſchgrau, ſehr dünne Roth; lichte Roth.

Verſuch 84. 85. 86. *afk*, *bgl*, *chm*, von 153,5, 115, 91,5 Graden, gaben (1) Weiſs, kaum merkbar röthlich; Weiſs, grünlich; Weiſs, kaum merkbar röthlich; (2) Weiſs, etwas lederfarben; Weiſs, röthlich; Weiſs, röthlich; (3) lichte Violet; lichte gelblich Roth; lichte Roth.

Verſuch 87. bis 90. *adi*, *bek*, *cfl*, *dgm*, von 145,5, 122,5, 92 Graden, gaben (1) Weiſs, etwas gelblich, Weiſs, röthlich, Weiſs, kaum merkbar bläulich, Weiſs, grünlich; (2) Weiſs, ſehr wenig röthlich, Weiſs, ſehr nahe, Weiſs, ſehr wenig röthlich, ſehr dünn Aſchgrau; (3) ſehr dünn Violet, ſehr ſchwach röthlich Violet, ſehr ſchwach Violet, dünn Aſchgrau.

Verſuch 91. bis 95. *adh*, *bei*, *cfk*, *dgl*, *ehm*, von 144, 121, 95 Graden, gaben Weiſs, kaum merkbar röthlich; Weiſs, gelblich; Weiſs, grünlich; Weiſs, grünlich; Weiſs, röthlich; (2) gab ebenfalls durchgängig Weiſs, mit folgender Beimiſchung: etwas violet, etwas bläulich, etwas grünlich, ein wenig ſchmutzig, etwas

lederfarben; (3) lichte Blau, sehr schwach Grün, lichte Grün, lichte Gelb, Paille.

Versuch 96. bis 99. *afi*, *bgk*, *chl*, *dim*, von 151,5, 113, 95,5 Graden, gaben bei 1 und 2 durchgängig ins Weisse fallende Effecte, jedoch waren sie (1) grünlich, bläulich, röthlich, gelblich, und (2) grünlich, grünlich, röthlich, röthlich, (3) Grün, reines Gelb, lichte grünlich Gelb, Aschgrau oder lichte Blau.

Versuch 100. 101. 102. *aek*, *bfl*, *cgm*, von 151, 119,5, 89,5 Graden, gaben bei (1 und 2) ebenfalls Weiss mit folgenden Beimischungen: (1) röthlich, bläulich, grünlich, (2) Weiss, sehr nahe; etwas Violet oder Rosa; etwas Lederfarben; (3) Weiss, ein wenig bläulich, lichte Blau, lichte Blau.

Vier bis sieben nur ein Mahl getrennte Farben.

Versuch 103. *abc,m*, welche auf der Farbenscheibe 107, 101, 95,5, 56,5 Grade einnahmen, gab (1, 3) Violet.

Versuch 104. *ab,lm*, von 118,5, 112, 66,5, 63 Graden, gab (1) Rosa, (3) sehr röthlich Violet.

Versuch 105. *a,klm*, von 134, 80, 75, 71 Graden, gab (1) Orange, (3) lichte Roth.

Versuch 106. *abcd,m*, von 85,5, 81, 76, 72, 45,5 Graden, gab (1) Violet, (3) lichte Violet.

Versuch 107. *ab,klm*, von 99,5, 93,5, 59, 55,5, 52,5 Graden, gab (1) Rosa, (3) lichte Roth.

Versuch 108. *a,iklm*, von 108,5, 68,5, 64,5, 61, 57,5 Graden, gab (1) gelblich Roth, (3) lichte Roth.

Versuch 109. *abcde,m*, von 72, 68, 64, 60,5, 57, 38,5 Graden, gab (1) hell Indigo, (3) Violet.

Versuch 110. *abc,klm*, von 80, 75, 71, 47,5, 44,5, 42 Graden, gab (1, 3) Rosa oder lichte Roth.

Versuch 111. *a,hiklm*, von 90, 60, 57, 54, 51, 48 Graden, gab (1) Orange, (3) röthlich Weiss.

Versuch 112. *abcdef.m*, von 62,5, 59, 56, 52,5, 50, 47, 33 Graden, gab (1) hell Indigo, (3) reines Blau.

Versuch 113. *abc,iklm*, von 70, 66, 62,5, 44, 41,5, 39, 37 Graden, gab (1, 3) Rosa.

Versuch 114. *a,ghiklm*, von 77, 54, 51,5, 48,5, 45,5, 43, 40,5 Graden, gab (1, 3) hell Orange.

5. *Uebereinstimmung der mit Prismen und mit Pigmenten angestellten Versuche.*

Von den Versuchen des Herrn Wünsch gab der erste lebhaft Gelb. Er ist bei mir *gl* Versuch 49., welcher (1 und 2) Lederfarbe und (3) gesättigt reines Gelb hervor brachte. Mein 56. Versuch *fl* giebt hingegen (2) lichte Gelbgrün, (3) Lederfarbe.

Herrn Wünsch's 2. 3. 4. und 5. Versuch gaben, wie bei mir *bf* oder *af* (44. 51. V.), wie *hm* (50. V.), wie *fi* (41. V.), und wie *ad* oder *ae* (39. 43. V.) die mittlern Farben.

Herrn Wünsch's 6. Versuch trifft mit meinem 74. und 77. Versuche überein, welche beide röthlich Violet gaben.

Herrn Wünsch's 7. Versuch enthielt 4 Folgerungen, welche in meinen Versuchen und nach meiner Bezeichnung waren, wie folgt: Der 62. V. *el*, gab Rosa oder sehr dünn Violet, und sollte Weiss geben; vermuthlich war das Roth nicht matt genug, denn dessen mattes Roth war durch Vermischung entstanden. Der 52. V., *bg*, gab Weiss, ein wenig Aschgrau, und sollte auch Weiss geben. Der

62. oder 68. Verſ., *el* oder *em*, welche Roſa und hell Violet gaben, ſind überein ſtimmend, ſo wie es auch der 44. und 52. Verſ. ſind, wo *bf* und *bg* lichte Aſchgrau gaben, welches die Stelle des lichte Blauen häufig vertritt.

Herrn Wünſch's 8. Verſuch, welcher etwas grünlich Weiſs gab, iſt bei mir der 54. V., *di*, welcher ſehr lichte Grün und Grün gab.

Da die meiſten Verſuche der zweiten Reihe des Hrn. Wünſch mehr als eine Farbenreihe erfordern, ſo habe ich ſie beſonders angeſtellt.

Verſuch 115. 116. Der erſte Verſuch dieſer zweiten Reihe, welcher vollkommen Weiſs gab, iſt nach meiner Bezeichnung entweder *ldd* oder *lee*, von 90, 135, 135, oder 94, 133, 133 Graden. Der erſte gab ſehr lichte Blau, der andere aber Weiſs, welches einen grünlichen oder bläulichen Schimmer hatte.

Verſuch 117. 118. Hrn. Wünſch's zweiter Verſuch begreift eigentlich 2 Verſuche in ſich, welche vollkommen Weiſs gaben. Der erſte iſt bei mir vielleicht der 92. Verſuch, *ieb*, welcher (1, 2) Weiſs, gelblich, grünlich oder bläulich, und (3) ſehr ſchwach Grün gab. Der zweite Verſuch iſt nach meiner Bezeichnung entweder *idbb* oder *iebb*, von 67,5, 90,5, 101, 101 oder von 68,5, 86,5, 102,5, 102,5 Graden, welche Weiſs, ſehr wenig röthlich gaben.

Verſuch 119. 120. Der dritte Verſuch des Herrn Wünſch begreift ebenfalls 2 Verſuche in ſich, wovon der erſtere blaſs Roſa, der zweite Weiſs gab. Der erſte iſt bei mir entweder *lfb* (101. V.), welcher nach (2) Weiſs, etwas Violet oder Roſa, oder *lgb* (85. V.), welcher nach (2) ebenfalls Weiſs, röthlich, gab. Der zweite iſt bei mir entweder *lfbd* oder *lgbd*, von 65, 87,

110, 98 oder 66, 83,5, 111,5, 99 Graden, welche Weifs, ein wenig bläulich oder ein wenig Afchgrau gaben.

Verfuch 121. 122. Der vierte Verfuch des Herrn Wünfch, welcher ein ganz weifses Licht gab, ift bei mir entweder *lffbb* oder *lggbb*, von 51, 68,5, 68,5, 86, 86, oder 52, 66, 66, 88, 88 Graden. Sie gaben Weifs, oder Weifs, ein wenig bläulich.

Aus diefer Vergleichung erhellet, dafs meine Verfuche mit denen des Hrn. Wünfch fehr nahe überein treffen; denn die Abweichung von Weifs war bei mir oft fo geringe, dafs ich den farbigen Schimmer nur muthmafslich angeben konnte. Da nun das Weifs des Herrn Wünfch fich mitten unter glänzenden Farben befand, fo war die auch bei ihm, wie ich glaube, Statt gefundene Färbung des Weifsen, welche wegen der reinern Farben ohnehin geringer, als bei mir, feyn mufste, von ihm wenig oder gar nicht zu bemerken. Es ift mir daher, wegen der Schwierigkeit, die hierbei Statt findet, wahrfcheinlich, dafs das Weifs des Herrn Wünfch in diefem Falle ebenfalls nicht durchgängig ganz vollkommen rein war.

6. *Folgerungen aus obigen Verfuchen.*

Die anfehnliche Menge meiner Verfuche, deren Refultate ich hier den Naturforfchern vorgelegt habe, fetzt mich in den Stand, die Grenze anzugeben, wo die vermifchten Farben anfangen, nicht mehr die mittlern Farben darzuftellen. Es fey mir erlaubt, hierbei, der Kürze und Deutlich-

keit halber, die aus der Mischung entstandene neue Farbe den *Effect* zu nennen, um sie von den hierzu angewendeten Farben mit Einem Worte zu unterscheiden.

1. *Folgerung.* Der Effect mehrerer angrenzenden Farben, wenn sie nach meiner Eintheilung des Farbenbildes die Zahl 7 nicht übersteigen, ist die in ihrer Mitte liegende Farbe; welches aus meinen ersten 22 Versuchen erhellet.

2. *Folgerung.* Zwei getrennte Farben, welche nicht über die siebente Farbe hinaus gehen, oder zwischen welchen sich höchstens 5 Farben befinden, stellen vermischt eine Farbe dar, welche etwas ausser dem Mittel gegen die rothe Seite fällt. Hier ist zugleich bemerkenswerth, dass die erste und sechste Farbe ihren Effect lichter, und die erste und siebente Farbe den Effect sehr lichte darstellen, so dass er sich in einigen Fällen dem Weissen nähert. Dieses beweisen meine Versuche von Nr. 35 bis 65, die 5 ersten Versuche des Hrn. Wünsch, und der 3. und 10. Versuch des Hrn. Voigt.

3. *Folgerung.* Die Effecte zusammen gesetzter Farben, welche die Zahl 7 übersteigen, weichen vom Mittel bald nach Violet, bald nach Roth ab, so wie sie mehr oder weniger Farben von der einen oder der andern Seite enthalten, und erscheinen desto lichter, je grösser die Anzahl der Farben ist, bis endlich alle 12 Farben vollkommen Weiss geben. Dieses erhellet aus den Versuchen 23. bis 34.

4. *Folgerung.* Wenn man ſich die Farbenreihe ſo fortgeſetzt denkt, daſs unter Dunkelroth die beiden Violet, Indigo, Blau, u. ſ. w. folgen, und daſs man von den unten hinzu gefügten Farben, an der Stelle der oberſten gegebenen Farbe, die gleiche Farbe annimmt: ſo ſind die Effecte zwei getrennter Farben, welche im prismatiſchen Farbenbilde die Zahl 7 überſteigen, die aber bei dieſer Verſetzung höchſtens bis auf die fünfte Farbe von einander abſtehen, die Mittel dieſer Farben an dieſer Stelle. Es fallen nämlich die Effecte *ak*, *ai*, *ak*, *al*, *am* zwiſchen *kl* in *l*, zwiſchen *lm* in *m*; die Effecte von *bi*, *bk*, *bl*, *bm* fallen zwiſchen *lm* in *m*, zwiſchen *am* in *a*, u. ſ. w. Dieſes zeigen die Verſuche 64. bis 78., der Verſuch des Herrn Wünſch, wo aus brennend Roth und lebhaft Hochblau blaſs Roſa entſtanden war, und der neunte Verſuch des Herrn Voigt.

Die in der erſten, zweiten und vierten Folgerung angegebenen Schlüſſe beſtätigen die Annahme eines unveränderlichen Geſetzes, nach welchem ſich die Miſchungen der prismatiſchen Farben richten müſſen.

(Die Fortſetzung im folgenden Stücke.)

II.

Ueber
die Kunst, zu schwimmen, und ob man unter dem Wasser sehen kann;
frei bearbeitet, nach mehrern englischen Aufsätzen, von Gilbert.

1. *Aus einem anonymen Schreiben in* Nicholson's *Journal, Aug.* 1806.

Es hat mir immer merkwürdig geschienen, dass jedes Thier, welches ins tiefe Wasser gestoßsen wird, darin ohne Schwierigkeit schwimmt, indess der Mensch unter ähnlichen Umständen gewiss ertrinkt, hat er nicht zuvor gelernt, sich über dem Wasser zu erhalten. Ich habe mit mehreren unterrichteten Männern hierüber gesprochen, muss aber gestehen, dass ich noch von niemand etwas Genügendes darüber gehört habe. Einige meinten, die grössere Regsamkeit des Geistes verhindere den Menschen, das Nöthige in einer so neuen und gefährlichen Lage vorzunehmen. Andere suchten den Grund in der grossen Verschiedenheit des Gewohnten bei vierfüssigen Thieren und beim Menschen; erstere brauchten im Wasser nur ihre gewöhnliche Bewegung des Gehens vorzunehmen; der Mensch müsse sich dagegen in einer ungewohn-

ten Lage erhalten und ungewöhnliche Bewegungen machen, um zu schwimmen. Beide Bemerkungen scheinen mir nicht gegründet zu seyn. Der muthigste und entschlossenste Mann am Bord eines Schiffes findet in diesen Eigenschaften wenig Hülfe, wenn er allein, ohne Kenntniss, in dem Ocean kämpfen soll. Und obschon der Mensch bei unserer künstlichen Methode, zu schwimmen, (welche von dem Frosche entlehnt und den Methoden der Asiaten sehr unähnlich ist,) ganz andere Bewegungen, als beim Gehen am Lande, macht, so kann man doch nicht behaupten, dass er sinken würde, wenn er, nach dem Beispiele der vierfüssigen Thiere, seine gewohnte Art, zu gehen, im Wasser ausübte. Dieser Gegenstand scheint mir des Nachdenkens werth zu seyn, da vielleicht das Leben manches Menschen erhalten werden könnte, bloss durch Verbreitung richtigerer Einsichten über die Kunst, zu schwimmen, die man, wie ich sehr glaube, für viel schwieriger hält, als sie ist, und die uns vielleicht eben so natürlich ist als den andern Thieren.

2. *Bemerkungen über das Schwimmen, von* William Nicholson.

— — Es scheint nicht allgemein bekannt zu seyn, dass fast ein einziger Versuch ausreicht, schwimmen zu lernen, und dass der Mensch des Vorzugs, den die übrigen Thiere in dieser Hinsicht haben, bloss wegen eines Umstandes entbehrt,

schen sind specifisch schwerer als süsses Wasser, aber der eigentliche Leib (*truncus*) ist specifisch leichter, bloss wegen der mit Luft aufgeblasenen Lungen. *Zweitens*, der Kopf ist specifisch schwerer, die Beine aber und der Leib sind specifisch leichter als das Meerwasser *). *Drittens*, ein Mensch, der sich im Meerwasser auf den Rücken legt, bleibt so auf der Wasserfläche schwimmen, dass sein Gesicht frei genug vom Wasser ist, um mit Leichtigkeit athmen zu können. *Viertens*, in süssem Wasser sinken die Beine allmählich herunter, und der Körper schwimmt in aufrechter Stellung. Hält man den Kopf in seiner natürlichen Lage, so reicht dann die Oberfläche des Wassers bis über die Nasenlöcher, und vielleicht selbst noch etwas über die Augen herauf **). Legt man den Kopf ganz zurück, so bleiben Mund und Nase über dem Wasser, so dass man frei athmen kann, und der Körper steigt bei jedem Einathmen, und sinkt bei jedem Ausathmen ***).

Diese

*) Das Wasser des Oceans ist ungefähr $\frac{1}{40}$ specifisch schwerer als süsses Wasser. *Gilbert.*

**) Ich habe immer gefunden, dass die Nasenlöcher unter und die Augen über dem Wasser waren; und ich glaube, dass darin bei verschiedenen Menschen keine grosse Verschiedenheit Statt findet. *N.*

***) Ein Geistlicher zu Neapel, Orontio de Bernardi, der im J. 1794 auf königliche Kosten ein grosses Werk über die Kunst, zu schwimmen, bekannt gemacht hat, (von dem wir durch Herrn Prof. Kries in Gotha eine deutsche Uebersetzung unter dem Titel besitzen; *Vollständiger Lehrbegriff der Schwimmkunst, auf neue Versuche über die spe-*

Diese Anweisung Franklin's hat mich sehr überrascht, was das Ei und die Vorschrift betrifft, dass man mit offnen Augen untertauchen soll; denn er scheint geglaubt zu haben, man könne,

specifische Schwere des menschlichen Körpers gegründet. 2 Thle. Weimar 1797, und das noch mehr Verdienst haben würde, wäre es minder weitschweifig und in einem weniger prahlenden Tone geschrieben) — hatte bei dem Baden in der See bemerkt, dass sein Körper von selbst schwimme, und zwar, wie er behauptet, nur bis an die Schultern einsinke. Er wiegt, wie er angiebt, 250 neapol. [165 hamburg.] Pfund, und als er sich in einem Kübel voll Regenwasser, in welchem unmittelbar über dem Wasserniveau eine offne Röhre angebracht war, ganz eintauchen liess, flossen 272⅔ neapol. Pfund Regenwasser aus. Sein specifisches Gewicht würde also nur 0,902 betragen haben, wäre nicht, wie es sehr wahrscheinlich ist, zu viel Wasser bei diesem Versuche ausgeflossen, und hätte er nicht von dem Untertauchen vermuthlich die Lunge weit mehr mit Luft, als in dem gewöhnlichen Zustande, angeschwellt. Doch kann es ihm, nach seinem absoluten Gewichte und nach seiner Beschäftigung zu urtheilen, an einer ziemlichen Umhüllung von Fett nicht gefehlt haben. Er behauptet, durch unzählige Versuche mit andern sich überzeugt zu haben, dass bei allen Menschen dasselbe zutrifft, und hält das für eine ganz neue Entdeckung, von der höchsten Wichtigkeit. [illegible] der menschliche Körper specifisch leichter als [illegible]er sey, lehrte schon ein Jahrhundert früher, wie Bernhardi selbst anführt, Borelli zu Neapel in seinem berühmten Werke *de motu animalium*, und noch viel bestimmter, wie man sieht, Franklin. Beide kommen aber darin überein, dass nur ein kleiner Theil des Kopfes, den Nicholson noch genauer bestimmt, bei völliger Ruhe des Körpers über der Wasserfläche heraus ragt. Setzt Bernhardi seine von ihm bis zum Ueberdruss gerühmte Entdeckung darin, dass alle Menschen nur bis an die Schultern in das Wasser einsinken, so ist sie zuverlässig falsch. Leicht anzustellende genauere Versuche über das specifische Gewicht von Men-

nachdem man untergetaucht hat, das Ei sehen. Ich kenne mehrere glaubwürdige Männer, welche behaupten, dass sie Gegenstände sehen können, wenn sie sich unter Wasser befinden; Aussagen dieser Art müssen wir indess unsern Glauben versagen, so lange wir davon überzeugt sind, dass zum deutlichen Sehen gehöre, dass die Lichtstrahlen, die von einem Punkte ausgehen, auf der Netzhaut in einen Punkt vereinigt werden, und dass ein sehr beträchtlicher Theil der Strahlenbrechung im Auge, an der convexen Oberfläche der Hornhaut, vor sich geht, wo der Strahl aus der Luft in diese Substanz eintritt *). Doch auch abgesehen von diesen optischen Gründen, kann jeder durch Versuche, die sich in einem Becken oder in einem Kübel leicht anstellen lassen, sich selbst davon über-

schen verschiedenen Alters und Körperbaues, wären auch für die vergleichende Physiologie zu wünschen: wollen einige meiner Leser sich damit ergötzen, so erbitte ich mir von ihnen die Resultate derselben für diese Annalen. *Gilbert.*

*) Lichtstrahlen, welche aus Wasser in diese Substanz eintreten, leiden nämlich eine weit schwächere Brechung, als beim Uebergange aus der 770 Mahl dünnern Luft in das Auge Statt findet. Die von einem leuchtenden Punkte ausgehenden Strahlen, welche aus dem Wasser in das Auge treten, werden folglich, bei der gewöhnlichen Ajustirung des Auges, erst weit hinter der Netzhaut zusammen gebrochen werden, und es scheint also, nach diesen Gründen der Optik, es sey nicht möglich, unter Wasser anders deutlich zu sehen, als wenn man ein Glas zu Hülfe nimmt, das den Strahlen schon vor dem Auge eine convergirende Richtung giebt, das heisst, eine stark convex geschliffene Glaslinse. *Gilbert.*

zeugen, daſs man im Waſſer nicht deutlicher ſieht, als durch ein Stück eines Federkiels oder durch mattes Glas.

In meinen Knabenjahren (1770) habe ich Gelegenheit gehabt, mich auf der Inſel Johanna *) damit zu ergötzen, daſs ich abwechſelnd in einem tiefen Strome ſüſsen Waſſers, und im Meere ſchwamm. Beide Arten von Waſſer waren an dieſen Stellen ſehr klar, und wurden durch eine Sandbank getrennt, über welche das ſüſse Waſſer in geringer Tiefe weg floſs. Der Boden beſtand an der Meeresſeite aus groſsen gerollten Steinen. Da ſich das Schiffboot am Ufer befand, um Waſſer einzunehmen, ſo half ich die Fäſſer aus dem ſüſsen Waſſer in das Meer bringen, und hatte wegen der ſpitzen Steine meine Schuhe angezogen und zugeſchnallt. Eine Schnalle ging auf und fiel zwiſchen die Steine; das Waſſer war da ungefähr 5 Fuſs tief, und ich ſah ſie ſehr deutlich. Es ſchien nichts leichter zu ſeyn, als unterzutauchen, und ſie heraus zu holen; dieſes that ich wiederholt mit offnen Augen; aber nie konnte ich die Schnalle ſehen, ſo bald ich den Kopf unter Waſſer hatte; und obgleich ich mein Bemühen halsſtarrig fortſetzte, um durch Umherfühlen unter dem Waſſer auf meine Schnalle zu treffen, ſo muſste ich ſie doch endlich im Stiche laſſen.

Zahlloſe Beiſpiele, aus denen erhellt, daſs das menſchliche Auge unter Waſſer nicht ſehen

*) Sie liegt nordweſtlich von Madagaskar. *Gilbert.*

kann, würden mich ganz von dieſem Gegenſtande abgebracht haben, hätten nicht die oben erwähnten Behauptungen meine Aufmerkſamkeit aufs neue darauf hingezogen, und mich zu einem directen Verſuche veranlaſst. Viele Jahre nach jenem Vorfalle zu Johanna ſchwamm ich im Harlemer Meere: die Sonne war nahe am Untergehen, das Wetter heiter, und über dem feſten Sandboden wurde das Waſſer von der Küſte ab allmählich tiefer. Ich ging in das Waſſer bis auf eine Tiefe von etwas mehr als 3 Fuſs, und ſetzte mich dort auf dem Sande nieder, mit dem Geſichte gegen die Sonne gekehrt. Mein ganzer Kopf war unter Waſſer, und ich hielt die Augen auf. Das Waſſer erſchien mir hell erleuchtet, aber ich konnte kein Bild der Sonne unterſcheiden. Ich hob den Arm auf, und hielt die Hand mit ausgebreiteten Fingern vor dem Auge. Näherte ich ſie bis auf einen Fuſs, ſo konnte ich die Hand, doch nur als einen unbeſtimmten Gegenſtand, erkennen, die Zahl der Finger konnte ich aber ſelbſt bei einem halben Fuſs Abſtand vom Auge nicht anders finden, als wenn ich die Hand vor dem Auge vorbei bewegte und zählte, wie oft es finſterer wurde. Alle andere Gegenſtände zeigten ſich zu verwirrt, um unterſchieden oder erkannt zu werden. Es erhellet hieraus, daſs alle die wunderbaren Geſchichten von Tauchern, die in das Meer geſprungen ſeyn und kleine Gegenſtände, wie Juwelen und Becher, wieder herauf geholt haben ſollen, für Fabeln zu halten ſind.

Doctor Franklin's Methode, das Schwimmen dadurch zu lernen, dafs man gegen das Waffer ankämpft, um auf den Boden herunter zu kommen, ift mehr darauf berechnet, Muth, als Kenntniffe des Schwimmens zu verfchaffen; aber allerdings braucht der, der den erften erlangt hat, nur noch fehr wenig von den letztern, um ein Schwimmer zu werden. Ich habe indefs bemerkt, dafs die Knaben, welche am kühnften im Untertauchen find ehe fie fchwimmen können, mehrentheils fpäter als die Knaben fchwimmen lernen, welche auf die Art, die Arme und Füfse zu bewegen, aufmerkfamer find. Ich habe einige Perfonen gekannt, die, nachdem fie, im Waffer bis über die Schultern ftehend, die Methode, wie man mit den Armen ftofsen mufs, und eben fo in feichtem Waffer, mit den Händen auf dem Boden fich ftützend, die Art, wie man die Beine zu bewegen hat, einzeln gelernt hatten, bei dem erften Verfuche, den fie machten, beide Bewegungen mit einander zu verbinden, fehr gut fchwammen.

Der Regeln, um nach meiner Methode gut, das heifst, leicht und ohne Ermüdung, zu fchwimmen, find nur wenige. Der Körper mufs der Oberfläche fo nahe, und der Kopf fo niedrig liegen, als fich nur thun läfst. Die Kniee mufs man weit aus einander halten, damit der fchiefen Wirkung des einen Beins durch die des andern Beins das Widerfpiel gehalten werde, ftatt dafs fonft ihre vereinte Wirkung im Körper eine fchwankende Be-

wegung erzeugt. Endlich muſs die Geſchwindigkeit, womit man den Stoſs macht, viel gröſser ſeyn, als die, womit man die Beine zurück zieht. Im Gebrauche der Arme kann man nicht leicht irren, wenn man ſie ſo bewegt, wie man das bei andern Schwimmern geſehen hat.

Auf dem Rücken zu ſchwimmen, iſt ſo leicht, daſs ich es Perſonen, die ihren Körper nicht auf dem Waſſer zu erhalten wuſsten, mehrmahls bei dem erſten Verſuche gelehrt habe. Meine erſte Sorge ging dahin, ſie zu überzeugen, daſs ſie ſich darauf verlaſſen können, daſs, wenn der Körper horizontal auf dem Rücken im Waſſer liegt, das Geſicht über dem Waſſer bleibe, und nicht unterſinke. In dieſer Lage lieſs ich ſie ſich ruhig ohne alle Bewegung verhalten, bis ſie alles Zittern und Zagen überwunden und Zutrauen gefaſst haben. Dann erſt lieſs ich ſie die Beine ſanft an ſich ziehen und ſchnell wieder ausſtrecken, und dabei das Kinn nach der Bruſt bewegen, um zu verhindern, daſs das Waſſer über das Geſicht flieſse. Wenn dieſe Anweiſungen, die ich durch die Bewegungen ſelbſt erläuterte, ſich ihnen gehörig eingeprägt hatten, ſo half ich ſie die horizontale Lage annehmen; und da in ihr die Wirkungen, wie ich ſie angegeben hatte, erfolgten, ſo fanden meine Schüler, daſs ſie ſchwimmen konnten, und vergaſsen das in der Folge nicht wieder.

Der Nutzen und die Wichtigkeit der Kunſt, zu ſchwimmen, wird die lange und vielleicht etwas

geschwätzige Erzählung meiner Versuche in ihr entschuldigen. Bei dem grossen Interesse der Sache wird man mir gern die Erlaubniss geben, noch einen Fall zu erzählen, in welchem das Leben eines Menschen durch sehr einfache Anweisungen, welche man ihm in dem Augenblicke der grössten Gefahr gab, gerettet wurde.

Das Schiff Worchester ging im November 1770 zu Culpee im Ganges vor Anker. Einer von der Mannschaft, der vorn an dem Kabeltau etwas zu thun hatte (ich glaube, das Ankertau aus einander zu wirren), gleitete aus und fiel in das Wasser, das hier sicher mit einer Geschwindigkeit von 7 bis 8 Knoten (oder englischen Seemeilen) in der Stunde strömt. Es wurde Lärm gemacht; die meisten, die sich auf dem Verdecke befanden, eilten auf das Hintertheil, und wir sahen den Kopf des Matrosen zum Wasser heraus ragen. Er streckte zugleich beide Hände heraus; nachdem er einige Sekunden lang geplätschert hatte, sank er unter. Bald darauf kam er zum zweiten Mahle zum Vorschein, und in dem Augenblicke rief der kommandirende Officier durch sein Hand-Sprachrohr ihm zu: „Halte deine Hände unter dem Wasser." Er that das, und blieb nun eine lange Zeit über dem Wasser, während man eins der Boote, die auf dem Hintertheile standen, herab liess und bemannte; welches etwas lange währte, da man wegen zu grosser Eile die Ruder in das Boot zu legen vergessen hatte. Da der Matrose mit je-

dem Augenblicke weiter vom Schiffe weggeführt wurde, so wuchs wahrscheinlich seine Furcht, und er vergaſs darüber seine neu erlernte Kunst; denn er streckte die Hände wieder heraus und schlug damit auf dem Wasser. Er sank nun wieder unter, tauchte aber gleich darauf wieder hervor und gehorchte eine kurze Zeit lang der Anweisung, die ihm unausgesetzt auf dieselbe Art durch das Sprachrohr zugeschrieen wurde. So oft er von ihr abwich, sank er unter, und so war er wenigstens fünf Mahl verschwunden, und so weit fortgeführt worden, daſs das Sprachrohr ihn nicht mehr abreichte, als das Boot ihn aufnahm. Sein Befinden hatte indeſs dabei nicht gelitten, denn beim Zurückrudern nach dem Schiffe nahm er ein Ruder und half rudern.

Die Umstände bei diesem Vorfalle zeigen deutlich, woher es kommt, daſs Menschen in derselben Lage ertrinken, in welcher die Thiere schwimmen, und warum es nichts Seltenes ist, daſs junge Kinder wohl erhalten aus dem Wasser gezogen werden, nachdem sie eine bedeutende Zeit lang darin geschwommen haben. Es ist dem Menschen natürlich, seine Hand aus dem Wasser zu heben, um etwas, das ihn retten könne, zu greifen. Dadurch vermehrt er das Gewicht der Theile seines Körpers, die kein Wasser aus der Stelle drücken, und macht, daſs der Kopf untersinkt. Die andern Thiere dagegen (einige wenige mit kurzen Armen und kraftvollen Beinen ausgenommen) sind nicht gewohnt,

greifen; ſie nehmen über dieſs bei ihrem ge-
öhnlichen Gange die nach vorn geneigte Lage an,
elche ſehr geeignet iſt, Fortſchritte im Schwim-
en zu machen. Kinder, deren Arme noch kurz,
nd die noch nicht gewohnt ſind, zu faſſen oder
greifen, ſind ſeltener als erwachſene Menſchen,
durch, daſs ſie die Hand heraus ſtrecken, ſelbſt
e Urſache, daſs ſie ertrinken.

Ich ſchlieſse mit den praktiſchen Reſultaten,
elche hieraus folgen. Wenn ein Menſch in tiefes
aſſer fällt, ſo ſteigt er, weil ſein Körper vom
aſſer gehoben wird, wieder zur Oberfläche her-
f, und bleibt dort, wenn er nicht die Hände
eraus ſtreckt. Wenn er *unter dem Waſſer* ſeine
ände bewegt, auf welche Art es ſey, ſo ſteigt
in Kopf ſo hoch aus dem Waſſer heraus, daſs er
ei athmen kann; und wenn er ſeine Beine in Be-
egung ſetzt, ſo, wie beim Gehen, oder vielmehr
ie bei dem Anſteigen einer Treppe, ſo treten
lbſt die Schultern aus dem Waſſer, ſo daſs er
nn die Hände weniger zu bewegen braucht, oder
e zu etwas anderem brauchen kann. Ich habe
r keinen Zweifel, daſs jeder, der dieſe einfa-
en Regeln befolgt, eben ſo gut ſchwimmen wird,
s der Matroſe, der am Worcheſter über Bord
el; und wer einmahl die Geſchicklichkeit erlangt
at, ſich über dem Waſſer zu erhalten, wird auch
ine Lage und die Art der Bewegung leicht ver-
ndern können.

3. *Aus einem Schreiben an Hrn.* Nicholson.

London Institution, 22. Aug. 1806.

Ihr Journal von diesem Monath liegt so eben vor mir. Ihre Abhandlung vom Schwimmen, und Ihre Bemerkungen über das, was Franklin davon geschrieben hat, setzen mich in der That in Verwunderung. — — Ich muss glauben, dass Sie und Dr. Franklin Schwimmer sind; nach Ihrem eigenen Geständnisse können Sie aber kein geschickter Taucher seyn; wenigstens waren Sie es nicht zu der Zeit, als Sie umsonst Ihre silberne Schuhschnalle aus vier Fuss tiefem Wasser heraus zu holen suchten.

Ich glaube, dass oft sehr gelehrte und wissenschaftliche Männer in ihrem Studium auf theoretische Einbildungen gerathen, auf welche sie fortbauen, wenn diesen gleich die feste Grundlage fehlt, welche sie bei ihrer Kenntniss leicht würden entdeckt haben, wenn sie diese nur zu Rathe gezogen hätten. Ich weiss wohl, dass ich auf Nachsicht rechnen muss, wenn ich von einem so kenntnissreichen und geschickten Manne abweiche, als Sie sind; und wäre es eine theoretische Sache, die vor das Auge des Geistes gehört, so würde ich, wenn ich sie anders als Sie sähe, dieses meiner geistigen Augenschwäche zuschreiben, und nicht daran denken, meine Meinung der Ihrigen entgegen zu setzen. Aber in diesem Falle, wo es vom Sehen unter Wasser die Rede ist, muss ich glauben, dass eine wesentliche Verschiedenheit in der Bil-

dung Ihrer Kryſtalllinſe und der meinigen, oder in dem Waſſer, in welchem Sie untergetaucht haben, von dem gewöhnlichen Statt findet. Denn ich habe häufig nicht bloſs in Indien, ſondern auch nicht weiter von hier, als zu Eaton, in der Themſe, in 6 bis 10 Fuſs Tiefe untergetaucht, um Sachen, die man zu dem Ende in das Waſſer geworfen hatte, vom Boden wieder herauf zu holen, und das habe ich mit Erfolg gethan. Und da meine Schulkameraden daſſelbe thaten, ſo kann ich nicht glauben, daſs die Eigenſchaft, unter Waſſer zu ſehen, mir allein zukommt. Ich war nie ein groſser Freund von vielem Tauchen, und habe es daher in den letzten Jahren nicht mehr geübt, zweifle aber nicht, daſs ich noch daſſelbe leiſten würde, wenn ich es verſuchen wollte. — — —

— — *Ein Taucher.*

---

4. *Antwort von* William Nicholſon.

Die beſte Antwort auf das vorher gehende Schreiben wird die folgende Erzählung einiger neuen Verſuche ſeyn, die ich ſo eben in Geſellſchaft zweier meiner Freunde angeſtellt habe.

Wir nahmen weder orientaliſches noch bataviſches Waſſer, ſondern Waſſer aus dem ehrwürdigen Strome, in welchem ehemahls mein Correſpondent und ſeine Mitſchüler ihr Geſicht mit ſo gutem Erfolge geübt haben. Damit füllten wir ein 2 Fuſs hohes und 1 Fuſs weites cylindriſches Glas,

das auf weissem Papiere stand. Wir legten in das Wasser zwei viereckig gesägte Stücke Blei, von denen das eine $1\frac{1}{2}$, das andere $\frac{1}{2}$ Zoll Seite hatte. Beide sah man sehr deutlich, wenn das Auge über dem Wasser gehalten wurde; keiner von uns konnte sie dagegen gewahr werden, wenn wir mit dem Gesichte unter Wasser nach ihnen hinblickten. Das grössere Stück gab einen dunklen, nebligen, höchst schwachen Schein, den wir schwerlich wahrgenommen haben würden, wäre unsere Aufmerksamkeit nicht auf die bekannte Stelle desselben gerichtet gewesen. Das kleinere Stück veränderte den Schein des weissen Bodens auf keine wahrzunehmende Art.

Es wurde nun ein viereckiges Stück Kork an einem gebogenen Stabe befestigt, und in verschiedene Tiefen untergetaucht. Am Boden des Glases war er dem eingetauchten Auge völlig unsichtbar. Ich konnte aber erkennen, dass es viereckig war, wenn es sich 6 Zoll von meinem Auge befand; die andern mussten es zu dem Ende dem Auge noch näher bringen.

Wir machten auch den Versuch mit einer Schnalle und mit einem Ei. Die erste konnte nicht gesehen werden, und das Ei erschien auf schwarzem Boden so neblig, verworren und unbestimmt, dass wir nicht glauben konnten, dass es ein Taucher auf dem Boden würde haben mit den Augen erkennen können.

Wir brachten verschiedene convexe Linsen vor das Auge, unter dem Wasser, damit sie die zu wenig gebrochenen Strahlen auf die Netzhaut vereinigen möchten *). Eine doppelt convexe Linse aus *Krystallglas*, von einem halben Zoll Brennweite in der *Luft* (aber von 2 Zoll Brennweite unter Wasser), entsprach dieser Absicht, wenn sie dicht vor eins der untergetauchten Augen gehalten wurde, während das andere Auge geschlossen blieb. Mittelst ihrer sahen wir die Gegenstände, die im Wasser am Boden lagen, deutlich; ich erkannte bestimmt die Schnitte der Säge im Bleie, kleine Körperchen, die an der Schale des Eies hingen, und eine Luftblase von $\frac{1}{20}$ Zoll Durchmesser, die an der Schnalle haftete.

Wir alle machten die Bemerkung, dass, wenn das Auge eine oder zwei Sekunden lang im Wasser gewesen war, die Erscheinungen unter dem Wasser dem unbewaffneten Auge noch undeutlicher wurden, als sie es gleich Anfangs waren; wovon ich den Grund nicht anzugeben weiss.

Durch diese Thatsachen, und durch die optischen Gründe, scheint es völlig ausgemacht zu seyn, dass der Mensch, und wahrscheinlich alle nicht im Wasser lebenden Thiere, unfähig sind, ihr Auge so zu verändern, dass sie, wenn das Auge sich unter Wasser befindet, Gegenstände in einiger Entfernung auch nur einiger Massen deutlich erkennen können. — — Sollte vielleicht eine Wie-

*) Vergl. oben S. 34. Anm. *Gilbert.*

derholung dieſer Verſuche mit mehrern Menſchen uns belehren, daſs einige Menſchen dieſe Fähigkeit wenigſtens in dem Grade beſitzen, daſs ſie unter Waſſer undeutlich ſehen können? Ich geſtehe, daſs ich für dieſe Meinung nicht bin.

Seit meinem vorigen Aufſatze iſt mir noch ein anderes Beiſpiel bekannt geworden, daſs ein Mann, der nie verſucht hatte, zu ſchwimmen, von einer Barke in die Themſe fiel, und ſich dadurch, daſs er mit den Händen abwechſelnd herabwärts ſchlug, eine beträchtliche Zeit über dem Waſſer erhielt, bis ein Boot, nach dem er mit lauter Stimme rief, ihm zu Hülfe kommen konnte.

---

5. *Zweites Schreiben des vorigen Correſpondenten.*

London Inſtitution, 17. Sept. 1806.

Ich muſs Ihnen zuvörderſt meinen Dank für die aufrichtige Art ſagen, mit der Sie die Einwürfe geprüft haben, die ich gegen einige Behauptungen gemacht hatte, welche in Ihrem Aufſatze vom Schwimmen vorkommen. Die Verſuche, welche Sie und zwei Ihrer Freunde angeſtellt haben, veranlaſsten auch mich zu Verſuchen, die ich Ihnen hier mittheilen will. Sie werden, wie ich glaube, Ihnen jeden Zweifel benehmen, der über dieſen Gegenſtand herrſchen kann. — — Es trifft ſich, daſs ich kurzſichtig bin, und ich halte die Zeitungen den Augen näher, als andere. — — Wir

wiſſen, daſs die Kryſtall-Feuchtigkeit in den Augen der Fiſche beinahe kugelförmig iſt; unſtreitig aus dem Grunde, daſs ſie im Waſſer deutlich ſehen ſollen *). — —

Ich befuhr die Themſe in einem Boote, mit zwei Freunden, etwas oberhalb Richmond, und wir hatten einen gebornen Afrikaner bei uns, der den Verſuch vor unſern Augen anſtellen ſollte. Von zwei Eiern hatte ich das eine mit Flecken rothen Siegellacks verſehen; auch nahm ich ein angeſtrichenes, 4 Zoll langes Stück Holz mit, das mit Blei ausgegoſſen war. Ich warf zuerſt das gefleckte Ei in 8 bis 9 Fuſs tiefes Waſſer, das ſo wenig hell war, daſs wir das Ei vom Boote aus nicht im Grunde erkennen konnten. Unſer Taucher brachte es ſogleich bei dem erſten Verſuche mit heraus. Nun warf ich beide Eier hinein, und verlangte, er ſolle bloſs das ganz weiſse heraus holen; auch dieſes that er ſogleich, obgleich er das geſprenkelte Ei dicht neben dem andern am Boden hatte liegen ſehen. Ich warf darauf das Holz in das Weite; und unſer Taucher brachte das Holz in der einen, das Ei in der andern Hand heraus. Dieſe Verſuche überzeugten uns vollkommen, und da der Wind Nordoſt war, ſo verlangten wir von unſerm Taucher nicht mehrere.

Ich geſtehe, daſs ich nicht mit unſerm afrikaniſchen Freunde mich auf den Vertrag einlaſſen

*) In der Luft können ſie alſo wahrſcheinlich eben ſo wenig, als wir im Waſſer, ſehen. *Gilbert.*

möchte, so viele einzelne Guineen in Wasser von dieser Tiefe zu werfen, als er heraus holen würde (voraus gesetzt, daſs der Boden frei von Meergras und von Schlamm sey), obgleich er mir für jede, die er nicht finden würde, zwei geben wollte.

Es würde mir ein Vergnügen seyn, diese und andere Versuche, welche Sie verlangen möchten, in Ihrer und Ihrer Freunde Gegenwart zu wiederholen.

Aus respectablen Autoren lieſsen sich viele ähnliche Zeugnisse von den Perlenfischern anführen. Daſs Taucher diejenige besondere Art von Klippen-Muscheln, welche die Perlen erzeugen, mit herauf bringen, ist eine ganz gewisse Thatsache, obschon Sie, von einer falschen Hypothese verführt, diese Erzählungen als Fabeln verwerfen.

Ich habe von Ihrem Charakter eine so gute Meinung, daſs ich überzeugt bin, Sie werden, wenn Sie sich in Ihrer Behauptung geirrt haben, dieses zu gestehen, keinen Anstand nehmen, und damit die Aussage des weisen Salomo bewähren: „Gieb einem weisen Manne dazu Gelegenheit, und er wird weiser werden."

— — *Ein Taucher.*

---

6. *Antwortsschreiben* Nicholson's.

— — Ich billige es sehr, daſs wir unsern Streit durch unmittelbare Beziehung auf Thatsachen

chen führen, und ziehe aus ihm die folgenden Schlüsse:

Ich gebe es zu, daſs alle meine Bemerkungen über Franklin's Voraussetzung, man könne unter Waſser ſehen, ſich auf meine eigene Erfahrung gründen, nach denen, bei mir, das Gegentheil Statt findet; und mein Irrthum ſcheint von derſelben Art, als der meines fähigen Gegners, zu ſeyn. Ich irrte darin, daſs ich einen allgemeinen Schluſs aus einer beſondern Thatſache zog, indem ich folgerte: *niemand könne unter Waſſer ſehen oder Gegenſtände unterſcheiden.* Er ſchloſs aus ſeinen eigenen Beobachtungen, ich ſey durch eine falſche Hypotheſe in Irrthum geführt worden, und ſcheint zu glauben, *jedermann könne unter Waſſer ſehen.*

Unſer Streit, glaube ich, giebt uns beiden Urſache, nachzuforſchen, ob es nicht unter Menſchen, welche in der Luft Gegenſtände in allen Entfernungen hinlänglich deutlich ſehen können, manche giebt, die, gleich mir, unter Waſſer gar nichts unterſcheiden können; und wieder andere, die, gleich meinem Correſpondenten, im Waſſer beinahe ſo gut als auſser dem Waſſer ſehen können? Das erſte kann auf jeden Fall für den nicht mehr in Rede ſtehen, welcher findet, daſs er im Waſſer nichts mehr erkennen kann.

— — Als ich jung war, ſah ich Gegenſtände deutlich 4 Zoll weit vom Auge; jetzt ſehe ich in einer geringern Entfernung als 12 Zoll undeut-

lich, obgleich ich für Gegenstände, die weiter als 4 Fuſs vom Auge ab liegen, noch immer kurzsichtig bin. Da die Krümmung und Dichtigkeit der Hornhaut im menschlichen Auge verschieden seyn kann, bei verschiedenen, so will ich diesen Gegenstand nicht nach den genauen Gesetzen der Optik untersuchen, sondern nur noch bemerken, daſs ich damahls durch Veränderung des Organs dasselbe bewirkte, wozu ich jetzt eine Linse von 4 Zoll Brennweite zu Hülfe nehmen muſs, und daſs ich nicht glaube, daſs ich damahls bei 2 Zoll Entfernung in der Luft deutlich sehen konnte, so wenig als das andere können. Dieses scheint aber bei einem Auge, wie dem meinigen, nöthig zu seyn, wenn es unter dem Wasser sehen soll.

Ein Theil der Strahlenbrechung geht an der vordern Oberfläche der Hornhaut vor sich, den übrigen bewirkt die innere Structur des Auges. In einigen Augen kann vielleicht die Hornhaut, in andern die innere Structur, den gröſsten Antheil daran haben. Beide Arten von Augen können vielleicht gleich gut sehen; beim Untertauchen im Wasser würden beide aber nicht auf gleiche Weise afficirt werden. Das erstere würde im Wasser die geringste Deutlichkeit geben; das letztere könnte dagegen unter Wasser vielleicht deutlich sehen, indem es sich auf eine Art veränderte, die innerhalb der Grenzen seiner gewöhnlichen Ajustirung lägen. Ist wohl die Krümmung der Hornhaut bei verschiedenen Menschen, die gut sehen, ver-

schieden genug, daſs man dieſe Auflöſung der Schwierigkeit zulaſſen kann? Darüber müſſen Beobachtungen Auskunft geben.

Mein Correſpondent erbietet ſich, ſeine Verſuche in meiner Gegenwart zu wiederholen. Mit Vergnügen nehme ich ſein gütiges Anerbieten an, und würde mich freuen, wenn ſein Freund aus Afrika, bei dieſer Gegenheit in mein Cylinder-Glas hinein ſehen wollte.

---

7. *Thatſachen und Bemerkungen, das Sehen unter Waſſer und die Schwimmkunſt betreffend; aus einem Briefe von* James Horsburgh, *Esq.*

Walworth, 6. Nov. 1806.

— — Folgende Thatſachen ſind Reſultate meiner eigenen Beobachtungen.

In hohen Breiten iſt die See ſelten durchſichtig; aber innerhalb der Wendekreiſe und nahe am Aequator ſieht man häufig bei einer Meerestiefe von 15 bis 20 Klaftern den Meeresboden, wenn er aus vielfarbigen Korallen oder aus weiſsem Sande, vermengt mit Korallen, beſteht. In verſchiedenen Theilen der indiſchen Meere unterſcheidet man den Grund ſelbſt in noch gröſsern Tiefen. Bei *Mindora* habe ich die gefleckten Korallen am Grunde erkannt, da, wo das Waſſer 25 Klafter tief war, und bin häufig an den Rändern der Korallen-Klippen zu Schiffe gegangen, wo ich den Meeresboden in Tiefen von 10 bis 12 Klaftern ſehen konnte.

Das Schwimmen ist immer mein Lieblingsvergnügen gewesen. Zu *Madrass*, wo die Brandung so hoch ist, dass die Boote der Schiffe nicht landen können, hatte ich ein Mahl die Unvorsichtigkeit, zu meiner Belustigung durch die Brandung nach der Küste zu schwimmen, und durch sie nach einem Boote, das ausserhalb derselben vor Anker lag, zurück zu kehren. Dieses kostete mir aber beinahe das Leben, da ich so oft untertauchen musste, um den mächtigen Wellen in der Brandung auszuweichen. Immer bemerkte ich, dass, wenn der Boden klar war, und ich einen Gegenstand auf demselben, als sich mein Kopf über dem Wasser befand, gesehen hatte, ich ihn noch eben so gut wahrnahm, wenn sich mein Kopf unter dem Wasser befand. Bei der Insel *Diego Garcia*, wo das Wasser im Hafen und an andern Orten sehr durchsichtig ist, habe ich häufig, wenn ich unter dem Wasser schwamm, Fische in verschiedener Richtung vor mir vorbei schiessen sehen, und erkannte alles, was sich am Boden befand. Die Beine und Füsse von Menschen, die 18 bis 24 Fuss von mir standen, habe ich in klarem Wasser, wenn ich den Kopf untergetaucht hatte, immer gesehen, und nach Belieben ohne Mühe ergriffen; wenn ich unter Wasser mit offenen Augen zu ihnen hinschwamm.

Ich habe immer geglaubt, alle Menschen könnten unter Wasser sehen, wären sie nicht zu furchtsam, um die Augen zu öffnen, wenn sie sich unter

Waſſer befinden; doch muſs ich bemerken, daſs ich mit Perſonen in Geſellſchaft geweſen bin, die ſchwimmen konnten, aber nicht dahin zu bringen waren, die Augen unter dem Waſſer zu öffnen, und verſicherten, ſie könnten das nicht, ungeachtet ſie ſich Mühe gäben. Diejenigen, welche, wenn ſie untergetaucht hätten, ihre Augen ohne Schwierigkeit öffnen konnten, verſicherten immer, daſs ſie unter Waſſer die Gegenſtände ſähen. Das Sehen im Waſſer iſt wahrſcheinlich auf Gegenſtände beſchränkt, die ſich in dieſem Elemente befinden, denn nie habe ich Gegenſtände, die ſich auſserhalb des Waſſers befanden, wie die Sonne, Wolken u. dgl. m., erkennen können; immer nur ſah ich, wenn ich in die Höhe blickte, eine verworrene Helligkeit.

Es iſt wahrſcheinlich, daſs die mehreſten Kinder im Waſſer nicht untergehen. Ich ſah einmahl ein Kind von 10 oder 12 Monathen aus einem Boote ins Waſſer fallen; die Mutter ſprang nach und holte es wieder, ohne daſs es, dem Anſcheine nach, Schaden gelitten hatte. Diejenigen Chineſen, welche auf Booten leben, trauen es indeſs den Kindern nicht zu, daſs ſie von Natur über Waſſer bleiben; ſie binden ihnen Kürbiſſe an die Schultern, damit ſie ſchwimmen, wenn ſie in das Waſſer fallen ſollten. Dieſe Vorſicht ſcheint in China ſehr wohl gethan zu ſeyn, da das Waſſer in den dortigen Strömen und Kanälen ſehr weicher Art iſt.

Menschen, die nicht schwimmen können, und in das Wasser fallen, sind gewiss häufig, wie Sie bemerken, selbst daran Schuld, dass sie ertrinken, indem sie die Hände aus dem Wasser hervor strekken. Denn ein Mensch, der seine Hände unter dem Wasser hält, und mit ihnen eine mässige Bewegung macht, kann nicht untersinken. Doch kann ich nicht umhin, zu bemerken, dass Dr. Franklin's Angaben des relativen Gewichts des menschlichen Körpers in Salzwasser und in frischem Wasser Einwendungen ausgesetzt ist, wenn sie unbestimmt von allen gelten sollen, da höchst wahrscheinlich das specifische Gewicht der Menschen ziemlich verschieden ist. Für diese Meinung scheinen die folgenden Thatsachen zu sprechen.

Vor mehrern Jahren, als ich mich zu Bombay in Hindostan befand, pflegte ich mich mit zweien meiner Freunde nach der See zu verfügen, um uns dort mit Schwimmen zu ergötzen. Meine beiden Begleiter konnten schwimmen, keiner von ihnen hatte aber noch versucht, ob sein Körper über Wasser bliebe, wenn er sich ganz ruhig verhielte. Ich ersuchte sie, als sie auf dem Rücken schwammen, zu versuchen, ohne alle Bewegung mit Händen und Füssen zu bleiben. Der beste Schwimmer von beiden konnte nicht über Wasser bleiben, wenn er nicht die Hände oder Füsse ein wenig bewegte, ungeachtet er den Versuch mehrere Tage hinter einander wiederholte; lag er ganz still, so sank sein Kopf allmählich unter, bis er ganz unter Was-

ser war; er war von kleiner Statur, aber kräftvoll und athletisch. Mein anderer Begleiter war mager und von feiner und schwächlicher Constitution; gleich beim ersten Versuche schwamm er, ohne Hände oder Füsse zu bewegen, im Wasser, wie ein Stück Kork. Seine Zehen, ein Theil der Füsse, die Kniee und ein Theil der Schultern und des Kopfes blieben über dem Wasserspiegel, wenn er kein Glied bewegte, während der andere kräftige Mann in keiner Lage über Wasser blieb, wenn er nicht die Hände oder Füsse ein wenig bewegte. Offenbar war also die specifische Schwere dieser beiden Männer sehr verschieden.

Was mich selbst betrifft, so habe ich mich oft, wenn die Sonne von Wolken bedeckt war, oder sonst nicht zu sehr brannte, damit vergnügt, eine lange Zeit im Wasser, ohne alle Bewegung, auf dem Rücken zu liegen, manchmahl, wenn die See ganz still und eben war, wohl eine halbe Stunde lang, und länger. Gewöhnlich stellte sich dann eine starke Neigung, zu schlafen, ein, und nur die Furcht, die mir dieses einflösste, ich möchte die Ergötzung zu lange fortgesetzt haben, trieb mich an, mich wieder zu bewegen. Wenn ich so auf dem Meerwasser schwamm *), habe ich häufig Beobachtungen über den Einfluss der Lage der Arme auf die Stellung des Körpers angestellt, und dabei Folgendes wahrgenommen.

*) Bei meiner Bearbeitung der hier zusammen gestellten Aufsätze ist mir eine eigenthümliche Armuth unserer sonst so

Erstens. Legte ich die Arme kreuzweise auf die Brust, während mein Körper in horizontaler Lage, das Gesicht aufwärts gekehrt, schwamm, so sanken die Füsse und Beine sehr bald herab, bis der Körper beinahe in eine senkrechte Lage gekommen war; dabei senkte sich der Kopf häufig so tief ein, dass die Nase unter die Oberfläche des Wassers kam; das Gesicht hob sich aber schnell wieder über das Wasser hervor und nahm seine vorige Lage an, wenn ich gleich kein Glied rührte. Der Körper drehte sich manchmahl, wenn die Füsse tief unter die Oberfläche sanken, halb herum, kam aber sehr bald wieder zu der Lage zurück, die, wenn er von selbst schwimmt, die natürlichste ist, nämlich den Rücken zu unterst, während zu gleicher Zeit die Füsse und die Beine zur Oberfläche wieder herauf stiegen, in ihre erste Lage. Wenn ich die Hände kreuzweise auf der Brust liegen hatte, ohne ein Glied zu rühren, so erfolgten solcher Drehungen viele während einer Viertelstunde.

Zweitens. Legte ich die Arme ausgestreckt an beiden Seiten dicht an den Leib, über den Bauch oder unter den Rücken, so war der Kör-

reichen Muttersprache, in Beziehung auf das Schwimmen, beschwerlich geworden; eine Armuth, welche vielleicht darauf hinzeigt, dass unsere Stammväter ursprünglich im Innenlande, wo es weder Meer, noch Seen, noch tiefe Ströme gab, einheimisch waren. Wofür die Franzosen zwei Worte besitzen, *flotter* und *nager*, und eben so die aus dem Deutschen und Französischen entstandene englische Sprache: *to fleat* und *to swim*, — dafür haben wir

per denselben eben erwähnten Drehungen unterworfen.

Drittens. Streckte ich die Arme in senkrechter Richtung vom Körper abwärts, so verhinderten sie immer dieses Umwälzen, indem sie gegen das Wasser als Flossfedern wirkten, und den ruhig schwimmenden Körper in seiner natürlichen Lage erhielten. Die Füsse sanken aber auch in diesem Falle manchmahl tief unter die Oberfläche, stiegen aber bald wieder zu ihr herauf.

Viertens. Um den Körper horizontal im Gleichgewichte zu erhalten, hatte ich die Arme rückwärts über den Kopf heraus gestreckt, so dass die geöffneten Hände auf der Oberfläche des Wassers lagen. Beine und Füsse blieben nun immerfort dicht unter der Oberfläche, und mehrentheils ragten die Zehen über sie heraus. Als ich die Arme allmählich in die senkrechte Richtung gegen den Körper herum drehte, so fingen die Füsse an, zu sinken, so bald ich aber die Arme wieder mehr rückwärts drehte, erschienen die Zehen und ein Theil des Fusses wieder über Wasser, und die Brust und die Kniee dicht unter der Wasserfläche. Ist das Wasser nicht zu kalt und die See ruhig, so

nur das einzige Wort *Schwimmen*, und wir bezeichnen damit, ohne Unterschied, so wohl die Eigenschaft des Holzes, das an sich über der Wasserfläche bleibt, als die Kunst des Menschen, sich durch künstliche Bewegungen in hinlänglicher Höhe über dem Wasser zu erhalten, und sich darauf nach Willkür fort zu bewegen. Hier und in dem nächst Folgenden ist von dem *flotter* des menschlichen Körpers bei verschiedener Lage der Arme die Rede.
Gilbert.

würde man in dieser Lage schwimmend schlafen können.

Um von dem ausserordentlichen Drucke, den das Wasser aufwärts ausübt, und wie willig die See den menschlichen Körper trägt, wenn sie eben und ohne Brandungen ist, sich einen recht anschaulichen Begriff zu machen, muss man auf und unter Wasser geschwommen haben. Ich bin einmahl zur Luft ganz angezogen in die See, bis da, wo sie tief wurde, hinein gegangen, und habe mir dann, schwimmend auf dem Wasser, in den dazu bequemsten Lagen, den Rock und die Weste ausgezogen, die Beinkleider an den Knieen aufgeknöpft; und sie und die Strümpfe ausgezogen, welches alles eben so leicht ging, als hätte ich auf dem Lande gestanden. Zuletzt nahm ich das Bündel auf und schwamm damit an die Küste.

Schwimmen ist sehr leicht zu lernen; es bedarf dazu nur wenige Stunden guten Unterrichts. Seeleute und andere, welche viel auf Flüssen und Kanälen leben, sollten nicht versäumen, diese Kunst zu lernen.

---

8. *Einige Aussagen der Halloren-Brüderschaft zu Halle.*

Ich darf voraus setzen, dass meinen Lesern die Brüderschaft der Salzwirker oder Halloren zu Halle nicht unbekannt ist. Sie besteht aus Familien wendischen Ursprungs, die sich bis jetzt ziem-

lich unvermischt und in ihrer nationalen Eigenthümlichkeit erhalten haben. Alle Halloren sind geschickte Schwimmer, und sie halten darauf, dass ihre Kinder in früher Jugend das Schwimmen erlernen; in dem nördlichen Deutschlande wird es wenige Städte geben, welche an einem grossen Flusse liegen, wo nicht einer oder der andere von ihnen öffentliche Beweise ihrer Kunst im Schwimmen und im Tauchen abgelegt hat. Ich war begierig, zu wissen, was Leute, die mit dem Wasser so vertrauet sind, von den Gegenständen urtheilen, über die so entgegen gesetzte Thatsachen und Behauptungen vorkommen. Hier die Aussage eines verständigen Halloren, Namens Franz, den ich darüber zuerst befragte. Er schwimme und tauche, sagte er, seit dreissig Jahren, und könne daher mir mit Zuversicht versichern, niemand vermöge unter Wasser zu sehen. Auf weiteres Befragen äusserte er indess, er habe unter Wasser nie die Augen aufgemacht; das würde aber, meinte er, auch zu nichts geholfen haben, da einem alles grün und gelb vor den Augen werde, wenn man sie aufmache, und es sey ganz gewiss, keiner der ganzen Brüderschaft könne unter dem Wasser sehen.

Wenig befriedigt von dieser Aussage, beschied ich den jetzigen Vorsteher der Brüderschaft, Linke, zu mir, der in frühern Jahren von der Regierung nach Breslau geschickt worden war, um den Oder-Schiffern, von denen damahls jährlich mehrere ertranken, das Schwimmen zu lehren. Er

brachte seinen Sohn mit, der als Schwimmmeister zu Bremen angestellt ist, und dort während des Sommers Unterricht ertheilt.

Was das Sehen unter Wasser betrifft, so stimmten beide dem Halloren Franz bei; nicht aber darin, daſs man die Augen unter dem Wasser nicht öffnen könne. Vielmehr versicherte mir der junge Linke, er schwimme, wenn er untergetaucht habe, gar häufig mit offnen Augen unter dem Wasser. Ich könne es aber, sagten sie, als die einstimmige Aussage der ganzen Brüderschaft ansehen, daſs keiner von ihnen, wenn er den Kopf mit offnen Augen untergetaucht habe, irgend einen Gegenstand in oder auſser dem Wasser sehen könne. Auf meine Einwendung, daſs doch mehrere ihrer Brüderschaft Sachen, die man an tiefen Stellen in das Wasser werfe, wenn sie nachsprängen, wieder herauf brächten, — antworteten sie, das gelinge bloſs durch Zufall; man merke sich genau die Stelle, wo die Sache in das Wasser falle, springe an derselben hinein, und greife auf gut Glück um sich; es sey daher nur Zufall, wenn man sie in die Hand bekäme, sehen könne man sie nicht.

Ich bemerkte ihnen, es gäbe mehrere sehr glaubwürdige Menschen, welche behaupten, sie könnten in ganz klarem Wasser, wenn sie untergetaucht hätten, deutlich sehen, führte ihnen Horsburgh's Erfahrungen an, und äuſserte, es liege vielleicht nur daran, daſs das Wasser der Saale zu trübe sey, daſs sie unter dem Wasser nicht sehen

könnten. Zu den Erzählungen Horsburgh's lächelten sie, wie zu etwas, das handgreifliche Erdichtung sey, und vermaßsen sich, jeden für einen Lügner zu erklären, der das Ding anders als sie behaupte. Es sey zwar wahr, das Wasser der Saale sey so trübe, daſs man an Stellen, die zum Schwimmen uud Tauchen tief genug sind, den Grund gewöhnlich nicht erkenne; der junge Linke sagte aber, er habe in der Ostsee geschwommen, wo der Grund in 8 Ellen Tiefe völlig sichtbar gewesen sey; er habe aber mit dem Kopfe unter Wasser auch dort nichts gesehen, selbst von der Sonne mehr nicht als eine gröſsere Helligkeit.

Noch zog ich aus ihren Aussagen den Schluſs, daſs es viel leichter sey, sich in strömendem als in ruhendem süſsen Wasser über der Oberfläche zu erhalten, und daſs man es sehr gut fühle, daſs das Meerwasser den Körper besser als das Fluſswasser trage.

Daſs die bestimmten Erfahrungen eines Mannes, wie Herr Horsburgh (den meine Leser schon aus mehrern Aufsätzen als einen aufmerksamen und kenntniſsreichen Beobachter kennen), sich durch Aussagen dieser Art nicht niederschlagen und entkräften lassen, brauche ich kaum zu bemerken. Die Aussagen unserer Halloren-Brüderschaft dienen indeſs doch, die Gedanken zu bestätigen, welche Herr Nicholson über die streitige Frage, ob das menschliche Auge un-

ter Waſſer ſehen kann oder nicht, in den hier unter 6. mitgetheilten Bemerkungen äuſsert. Vielleicht werden dieſe diejenigen Phyſiologen und Anatomen, welche ſich vorzüglich mit dem Auge beſchäftigen, reitzen, genauere Unterſuchungen über die Hypotheſe anzuſtellen, durch die Herr Nicholſon die beiden entgegen geſetzten Behauptungen mit einander auszugleichen verſucht hat.

Gilbert.

Noch ein Nachtrag.

Ich hatte die intereſſanten Erfahrungen, welche ſich in der Reihe von Aufſätzen finden, die ich meinen Leſern hier über das Schwimmen und über das Sehen unter Waſſer vorlege, in unſerer naturforſchenden Geſellſchaft vorgeleſen; denn viele derſelben ſchienen es mir, ihrer Gemeinnützigkeit wegen, zu verdienen, allgemeiner bekannt zu werden, und über die mehreſten kann jeder, der das Baden in Strömen oder in dem Meere liebt, leicht ſelbſt Verſuche anſtellen. Eins der anweſenden Mitglieder der Geſellſchaft, das durch den Krieg nach den Ufern der Oſtſee geführt worden war, und ſich dort häufig in der See gebadet hatte, verſicherte, beſtimmt ſich zu erinnern, beim Untertauchen die Kieſel an dem Boden wenigſtens undeutlich erkannt zu haben. Wir verabredeten mit einander einige Verſuche nach Nicholſon's Art, denen noch eini- [illegible]re, welche ſich im Beſitze des Vermögens

glauben, unter Waſſer zu ſehen, auf meine Einladung beiwohnen wollen; und ich hoffe meinen Leſern den Erfolg derſelben in dem nächſt folgenden Hefte berichten zu können. Für ein anderes Mitglied der Geſellſchaft wurde meine Vorleſung eine zufällige Veranlaſſung, eine merkwürdige Ausſage eines vor einigen Jahren verſtorbenen Halloren, der einer der beſten Schwimmer der Brüderſchaft war, in Erfahrung zu bringen. Er hatte die Güte, ſie mir ſogleich ſchriftlich mitzutheilen, und ich ſetze ſie hierher mit ſeinen eigenen Worten. „Noch am Sonnabend, gleich nachdem ich Ihre Vorleſung in unſerer Geſellſchaft gehört hatte, ſprach ich den Schullehrer Leiſsner, welcher verſicherte, unzählige Mahle vom verſtorbenen Halloren Thalmann (der Schwimmmeiſter hier in Halle war) gehört zu haben, er könne unter dem Waſſer, wenn es hell ſey und klaren Boden habe, ſelbſt Kleinigkeiten erkennen."

Gilbert.

III.

IDEEN
über die Acidität und die Alkalität,
in Beziehung auf die neuen Entdeckungen Davy's;

von

A. Avogadro,
Repetitor der Phys. am Pensionat der Turiner Akademie;

frei übersetzt von Gilbert.

Den Sauerstoff für das Princip der Säure zu nehmen, war sehr natürlich, als man gefunden hatte, dass viele der Körper, die wir nach ihren Eigenschaften *Säuren* nennen, ihn in großer Menge enthalten, und dass die mehrsten verbrennlichen Körper, indem sie sich mit Sauerstoff verbinden, zu Säuren werden. Schwefel-Wasserstoff ist indess eine wahre Säure, wie Kirwan und Berthollet gezeigt haben, und enthält keinen Sauerstoff. Eben so wenig enthält ihn die Blausäure. Auch scheinen, wie Berthollet und Chenevix gezeigt haben, die Eigenschaften der Salzsäure im Vergleiche mit denen der oxygenirten Salzsäure zu beweisen, dass die erstere ihren Zustand als Säure nicht dem Sauerstoffe verdankt. Auf der andern Seite sind einige Verbindungen, welche größten Theils aus Sauerstoff bestehen, z. B. das Wasser, keine Säuren; und die neuesten Entdeckungen Da-

Davy's lehren uns selbst in den Körpern, deren Eigenschaften denen der Säuren am mehresten entgegen gesetzt sind, in den Alkalien, oxygenirte Körper kennen.

Diese Bemerkungen sind nicht neu; doch hat man noch keine Theorie der Acidität und der Alkalität, welche die Thatsachen, die diese Bemerkungen veranlassen, mit einander in Uebereinstimmung brächte. Es scheint mir, als wären dazu die Ideen geeignet, welche ich hier entwickeln will.

Der Begriff *Acidität*, wie man ihn bisher genommen hat, scheint mir zwei wesentliche Merkmahle in sich zu schliessen. *Erstens*, die eigenthümliche Kraft, vermöge welcher eine Säure sich mit den Alkalien so zu verbinden strebt, dass sie ihre Eigenschaften als Säure verliert, und zugleich die den Alkalien eigenthümlichen Eigenschaften zerstört; oder, um mich des Ausdrucks der *Statique chimique* zu bedienen, eine in Beziehung auf die Alkalien sehr ausgezeichnete *puissance antagoniste*, welche eine gegenseitige in den Alkalien, in Beziehung auf die Säuren, voraus setzt. *Zweitens*, eine grosse Leichtigkeit, sich überhaupt mit den andern Körpern zu verbinden; eine Leichtigkeit, welche, nach Berthollet's Ansicht, auf einem gewissen Zustande der Aggregation zu beruhen scheint, bei dem weder zu grosse Cohäsion, noch zu grosse Elasticität Statt findet; denn jene würde die im Wasser unauflöslichen festen Körper, diese die schwer zu condensirenden Gasarten verhindern,

die Eigenschaften, die man *Säure* nennt, zu äussern, auch wenn sie die *puissance antagoniste acide* in hohem Grade besäße.

Nur in Beziehung auf das erste dieser Merkmahle könnte eine Abhängigkeit der Acidität vom Sauerstoffe Statt finden; das zweite Merkmahl kann jedem Körper zukommen, er sey sauer, alkalisch, oder neutral, und ist nur eine Bedingung, unter der allein die Acidität sich äufsern kann. Um alle Zweideutigkeit zu vermeiden, will ich die Acidität, in so fern sie auf diese Art, unabhängig von der Aggregation (auf der es beruht, ob sie sich frei äufsern kann oder nicht), betrachtet wird, den *aciden Antagonismus* nennen, und die auf ähnliche Weise betrachtete Alkalität den *alkalischen Antagonismus.*

Alle Erscheinungen lassen sich nun ohne Schwierigkeit erklären, wenn man diese beiden Antagonismen für *bloss relative* Eigenschaften nimmt, die nur in so weit etwas *Absolutes* werden, als man sie auf irgend einen der mittlern Grade bezieht, der in der Stufenreihe der Acidität und der Alkalität nach Willkür zu bestimmen ist, und wenn man zugleich annimmt, dafs immer der Grad der Acidität oder Alkalität eines zusammen gesetzten Körpers, so fern von dem Einflusse der Aggregation abgesehen wird, von dem Grade der Acidität oder Alkalität seiner Bestandtheile abhängt. Dieselbe Substanz *A*, welcher in Beziehung auf die Substanz *B* der acide Antagonismus zukommt, kann also, diesem zu Folge, in Beziehung auf eine dritte Substanz *C* den

alkalischen Antagonismus haben; und was wir absolut *Säuren* oder *Alkalien* nennen, sind hiernach nur Substanzen, die den aciden oder alkalischen Antagonismus in Beziehung auf gegebene Körper haben, deren Stelle in der Stufenreihe durch gewisse Eigenschaften ungefähr bestimmt ist, z. B. dadurch, dass sie die blauen Pflanzenfarben nicht ändern, wenn sie sich gleich in der dazu nöthigen Aggregation befinden.

Der Sauerstoff ist nach dieser Hypothese einer der Körper, welcher in der Stufenreihe der Acidität am höchsten steht, und daher den mehresten Substanzen, mit denen er sich verbindet, die Acidität mittheilt oder lässt; keinesweges aber besitzt er, nach ihr, die Acidität oder die Eigenschaft, diese seinen Verbindungen mitzutheilen, ausschliesslich, da es noch viele andere Substanzen geben muss, die in der Stufenleiter über den erwähnten Punkt, obschon minder hoch als der Sauerstoff, stehen. Auch braucht er nicht nothwendig den Verbindungen, in die er in grosser Menge mit eingeht, die Acidität mitzutheilen, da die Substanz, mit der er sich verbindet, so alkalisch seyn kann, dass sie die entgegen gesetzte Eigenschaft des Sauerstoffs neutralisirt, oder gar einen Antheil Alkalität behält. Und wenn der Sauerstoff und mehrere andere von Natur acide oder alkalische Substanzen nicht einzeln und ausser aller Verbindung diese ihre Eigenschaften äussern, so muss man sich das aus ihrer zu grossen Elasticität, oder aus ihrer zu starken Cohäsion, erklären. So lässt sich z. B. mit

Berthollet annehmen, dafs der Schwefel ein von Natur acider Körper ist, der diese Eigenschaft äufsern würde, wäre seine Cohäsion nicht so grofs. Wenn der Wasserstoff sich mit ihm verbindet, so vermindert dieser die Cohäsion, und vermehrt oder vermindert die reelle Säure des Schwefels, je nachdem er selbst, in Beziehung auf diesen, mit dem aciden oder mit dem alkalischen Antagonismus begabt ist. Die letztere Annahme ist, wie wir gleich sehen werden, die wahrscheinlichere; die natürliche Acidität des Schwefels ist aber, wie die Thatsachen lehren, so grofs, dafs sie in der Verbindung beider Substanzen vorherrschend bleibt.

Wenn sich zwei Substanzen mit einander verbinden, so kommt, nach dieser Ansicht, der einen stets die Rolle von Säure, der andern die Rolle von Alkali zu, und dieser Antagonismus ist es, worauf das Bestreben zur Verbindung oder die eigentliche *Verwandtschaft* beruht, so fern sie von der *Cohäsion* unterschieden wird, die zwischen den Theilchen einer homogenen Substanz Statt findet. Eine Tafel, welche die Stufenreihe der Acidität und der Alkalität darstellte, und z. B. mit der Substanz anfinge, welche in Beziehung auf alle andere den aciden Antagonismus hätte, und mit derjenigen schlösse, welcher in Beziehung auf alle andere der alkalische Antagonismus zukäme, — würde folglich die einfachste Darstellung aller Verwandtschaften seyn; je weiter zwei Substanzen in dieser Tafel von einander abständen, desto gröfser wäre

ihr gegenseitiger Antagonismus oder ihre chemische Verwandtschaft. Die Körper, welche den Veilchensaft, auch bei der dazu nöthigen Aggregation, weder röthen noch grünen, z. B. das Wasser und die auflöslichen Neutralsalze, würden diese Tafel in zwei Hälften theilen; in der obern Hälfte würden die Substanzen stehen, welche wir in dem Falle, wenn sie eine Aggregation haben, bei der sich ihre Eigenschaften zu äussern vermögen, *Säuren* nennen; in der untern Hälfte die Körper, welche wir in demselben Falle *Alkalien* nennen. Die vollständige Tafel muss nämlich auch die Körper in sich schliessen, welche keine solche Aggregation haben. Der Sauerstoff würde in ihr vielleicht ganz oben an stehen, und die übrigen Körper desto tiefer nach unten, je mehr Verwandtschaft sie zum Sauerstoffe hätten; der Wasserstoff mit am allertiefsten. Dieser Ansicht zu Folge scheint der Wasserstoff auch ein Bestreben haben zu müssen, den Verbindungen, in die er eingeht, alkalische Eigenschaften zu geben, eben so wie der Sauerstoff den seinigen Acidität ertheilt. In der That scheint das Ammoniak seine Alkalität dem Wasserstoffe zu verdanken, wie auch Berthollet annimmt; und es hat dann nichts Befremdendes mehr, dass Wasser, dessen Bestandtheile zwei an den entgegen gesetzten Enden dieser Tafel stehende Substanzen sind, eben so gut neutral ist, als es die Neutralsalze sind, welche aus Säure und Alkali nach gewissen Verhältnissen zusammen gesetzt sind.

Diese Ansicht der Acidität und der Alkalität wird durch die Versuche und die Betrachtungen bestätigt, welche **Davy** in der mit dem galvanischen Preise für 1807 gekrönten Abhandlung über einige chemische Eigenschaften der Elektricität (*Annalen* 1808, St. 1 und 2, od. B. XXVIII, S. 1 f.) bekannt gemacht hat. Welche Bewandtnifs es auch mit seiner Hypothese von der Identität der elektrischen Kraft haben mag; auf jeden Fall beweisen die Versuche, aus denen **Davy** diese Hypothese ableitet, einen sehr nahen Zusammenhang zwischen dem aciden und dem alkalischen Antagonismus, und zwischen der elektromotorischen Kraft, welche in der gegenseitigen Berührung zweier Körper nach Volta's Art entsteht. Denn die Säuren nehmen in diesem Falle die positive, die Alkalien die negative Elektricität an, und Elektricität, welche ihnen künstlich mitgetheilt wird, befördert oder verhindert ihre Verbindung, je nach dem sie mit ihrer durch die Berührung erregten Elektricität überein stimmt, oder ihr entgegen gesetzt ist. Da diese elektromotorische Kraft in allen Körpern thätig ist, die sich mit einander zu verbinden vermögen, der Sauerstoff sich aber für sie nach Art der Säuren, der Wasserstoff nach Art der Alkalien verhält, und überhaupt die Eigenschaften der zusammen gesetzten Körper in dieser Hinsicht von den Eigenschaften ihrer Bestandtheile abhängen, so läfst sich kaum zweifeln, dafs nicht zwischen allen diesen Körpern derselbe Antago-

nismus Statt findet, den wir eben beleuchtet haben.

Dieser Zusammenhang beider Erscheinungen giebt uns zugleich ein einfaches Mittel an die Hand, den Ort auszumitteln, welchen die verschiedenen Körper in der Tafel, von der wir vorhin gesprochen haben, einnehmen müssen, da es ausserordentliche Schwierigkeit haben würde, diese Tafel durch Betrachtung bloss chemischer Eigenschaften auszufüllen. Es fällt nämlich in die Augen, dass, zu Folge dieses Zusammenhanges, die *elektrische Heterogeneität*, vermöge der zwei Körper sich in der Berührung stärker oder schwächer elektrisiren, das Mass des chemischen Antagonismus oder der Verwandtschaft zwischen diesen Körpern seyn, und dass folglich unsere Tafel auf diejenige hinaus kommen muss, welche Volta, Pfaff und andere schon gegeben haben, um die Ordnung darzustellen, nach welcher die verschiedenen Körper in ihrer gegenseitigen Berührung positiv oder negativ elektrisch werden. Diese Tafel läst sich schon jetzt aus Davy's Versuchen erweitern, und ich will hier einige Bemerkungen über die Stelle mittheilen, welche einige der bekanntesten Körper in ihr schon einnehmen, oder noch einnehmen müssen.

Die Versuche Davy's über die elektrischen Kräfte bestätigen, was uns die Chemie schon gelehrt hatte, dass der *Sauerstoff* einer der Körper ist, welcher in dieser Tafel am höchsten steht, indem er fast mit allen andern im aciden Antagonismus

steht. Der Name *Oxygène* deutet auf diese Eigenschaft sehr zweckmäſsig, und es scheint mir, daſs man von ihm selbst die allgemeine Benennung derjenigen Eigenschaft der Körper ableiten sollte, vermöge welcher sie in dieser Tafel eine Stelle einnehmen, und die so wichtig ist, daſs sie einen eigenen Namen verdient. Je nach dem die Körper in dieser Tafel dem Sauerstoffe näher stehen, sind sie, könnte man sagen, *plus oxigéniques* (oxygenischer?), und diesem zu Folge würde die *Oxigénicité* (Oxygenicität?) die Eigenschaft der Körper seyn, in Beziehung auf andere den aciden Antagonismus zu haben, und ihn den Verbindungen, welche sie mit diesen eingehen, zu ertheilen, und der Sauerstoff selbst wäre vorzugsweise der oxygenische Körper (*la substance oxigénique*, *par excellence*). Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daſs die Oxygenicität der Körper desto kleiner seyn muſs, je gröſser ihre *Oxydabilität* (*oxidabilité*) ist.

Der *Kohlenstoff* hat die stärkste negative elektrische Kraft unter allen verbrennlichen Körpern, deren elektromotorische Kraft bis jetzt bestimmt worden ist; er scheint folglich nächst dem Sauerstoffe einer der oxygenischsten Körper zu seyn, kann deſshalb aber doch weit genug von demselben abstehen. Hiernach müſste der Kohlenstoff zum Sauerstoffe eine kleinere Verwandtschaft, als die übrigen Radikale haben; auch hat schon Berthollet die Meinung bestritten, daſs der Kohlenstoff in dieser Verwandtschaft dem Waſser-

stoffe selbst voran gehe, ein Schein, der von Umständen der Aggregation abhängt, welche der Verwandtschaft fremd sind.

Nächst dem Kohlenstoffe folgen in den elektromotorischen Versuchen die *Metalle*, in der hinlänglich bekannten Ordnung, welche uns nur einen einzelnen Fall der oben erwähnten verkehrten Folge zeigt, worin Oxygenicität und Oxydabilität der Körper stehen.

Auf die Metalle folgt der *Schwefel*, der indess, wie alles zu beweisen scheint, Wasserstoff enthält, so dass das wahre Radikal der Schwefelsäure viel oxygenischer als er zu seyn, und dem Kohlenstoffe in dieser Hinsicht viel näher zu stehen scheint. Wir haben oben gesehen, dass der Schwefel, wie wir ihn kennen, ohne seine zu grosse Cohäsion eine wahre Säure seyn würde, und daraus folgt, dass die Metalle und noch vielmehr die Metalloxyde alle von Natur Säuren seyn würden, wenn ihre Cohäsion ihnen gestattete, sich als solche zu äussern. Kein Wunder daher, wenn die Auflösungen der Metalle in Säuren nie wirklich neutral zu machen sind; denn das durch die Säure zertheilte Oxyd äussert in ihnen seine eigene Acidität.

Eine gleiche Bewandtniss scheint es mit der Thonerde und mit den übrigen nicht-alkalischen Erden zu haben. Auch sieht man hieraus, dass der Schwefel-Wasserstoff sich gegen die Metalloxyde als Alkali verhalten muss, obschon er gegen die Alkalien die Rolle der Säure spielt, und

auch die übrigen Eigenschaften der Säuren besitzt.

Der *Stickstoff* muss merklich weniger oxygenisch als der Schwefel seyn, nach der alkalischen Eigenschaft des Ammoniaks zu urtheilen, in welches nicht mehr als ein Fünftel Wasserstoff mit eingeht.

Die *Säuren*, deren Mischung bekannt ist, verdanken ihre Acidität im Allgemeinen nicht dem Sauerstoffe allein, sondern auch ihrem Radikal, wie aus dem Vorhergehenden hervor geht. Das Verhalten der *Blausäure* (verdient sie anders den Namen der Säure) zu den Alkalien, wenn sie zuvor mit etwas Metalloxyd verbunden worden, läfst *sich* vorzüglich dem Kohlenstoffe, diesem so oxygenischen Grundstoffe, zuschreiben.

Ueber die Zusammensetzung der *feuerbeständigen Alkalien* sind die Chemiker noch nicht einig. Die Meinung Davy's hat in unserer Ansicht nichts Widersprechendes; denn ein Oxyd kann alkalisch seyn, wenn das Radikal desselben wenig oxygenisch ist, welches mit den Radikalen des Kali und des Natrons der Fall seyn muss, nach ihrer grossen Verwandtschaft zum Sauerstoffe zu urtheilen.

Zum Beschlusse noch die Bemerkung, dass, da nach den hier entwickelten Ideen das Wort *Säure*, *acide*, blos eine zufällige Eigenschaft der Körper bezeichnet, es sich fernerhin nicht mehr

als ein generischer Name gebrauchen läſst; denn der Grad der Oxygenicität, auf welchem die Acidität beruht, iſt vielen andern Körpern eigen, denen nur ihre Aggregation ihn zu äuſsern verſagt; man kann bloſs ſagen: *höheres*, *niedrigeres etc. Schwefel-Oxyd*, *Phosphor-Oxyd* u. ſ. f. Aus demſelben Grunde kommt den Verbindungen der Metalloxyde mit den Alkalien in der franzöſiſchen Nomenklatur die Endigung auf *ate* eben ſo wohl zu, als den andern Salzen *), welches auch ſchon Berthollet in die chemiſche Sprache aufgenommen hat.

*) Alſo, z. B., *cuiverate d'ammoniaque*, *étainate de potaſſe*, und ſo weiter. *Gilbert*.

IV.

BEMERKUNGEN

über den Ring des Saturns;

von

Herrn La Place.

Dafs der Ring, welcher um den Saturn schwebt, im Gleichgewichte bleibt, hängt wesentlich von zwei Bedingungen ab.

Die eine dieser Bedingungen bezieht sich auf das Gleichgewicht der Theile des Ringes selbst, welches erfordert, dafs die Theile, die sich in seiner Oberfläche befinden, kein Bestreben haben, sich von ihm zu trennen, und dafs sich die Oberfläche, auch im Falle, wenn sie flüssig wäre, vermöge der verschiedenen Kräfte, welche auf sie einwirken, erhalte. Ohne diefs würden die Theilchen sich endlich von dem Ringe trennen, und der Ring zerstört werden, wie jedes Werk der Natur, das nicht in sich selbst eine Ursache der Stabilität hat, die den entgegen wirkenden Kräften widersteht. Ich habe im dritten Buche der Mechanik des Himmels bewiesen, dafs diese Bedingung auf keine andere Art erfüllt werden kann, als durch eine schnelle rotirende Bewegung des Ringes in seiner Ebene, um seinen Mittelpunkt, welcher immer nur wenig vom Mittelpunkte des Saturns entfernt ist.

Die zweite jener Bedingungen bezieht ſich auf das Schweben des Ringes um den Saturn. Eine hohle Kugel, und überhaupt ein hohles Ellipſoid, deſſen innere und äuſsere Oberfläche ähnlich und concentriſch ſind, würde um dieſen Planeten im Gleichgewichte ſeyn, welche Stelle auch der Mittelpunkt deſſelben einnähme; aber dieſes Gleichgewicht würde *indifferent* ſeyn, das heiſst, wenn es geſtört würde, kein Beſtreben zeigen, weder ſeinen urſprünglichen Zuſtand wieder anzunehmen, noch ſich davon weiter zu entfernen. Die kleinſte Urſache, z. B. die Einwirkung eines der Trabanten oder eines Kometen, würde folglich hinreichen, dieſes hohle Ellipſoid auf den Planeten herab zu ſtürzen. In einer um den Saturn ſchwebenden kreisförmigen Zone würde auch nicht ein ſolches *indifferentes* Gleichgewicht Statt finden; denn ich habe an dem angeführten Orte gezeigt, daſs, wenn der Mittelpunkt des kreisförmigen Ringes nicht mit dem Mittelpunkte des Planeten zuſammen fällt, beide ſich zurück ſtoſsen, und der Ring ſich endlich auf den Saturn herab ſtürzt. Daſſelbe würde Statt finden, wie auch der Ring beſchaffen wäre, wenn er ohne Rotations-Bewegung wäre. Nimmt man jedoch an, daſs nicht alle Theile deſſelben einander ähnlich ſind, ſein Schwerpunkt folglich nicht mit ſeinem Mittelpunkte zuſammen fällt, und daſs er ſich in ſeiner Ebene ſchnell um ſeine Achſe dreht, ſo wird auch der Schwerpunkt deſſelben um den Mittelpunkt des

Gestalt des Ganzen dieser Ringe. Die Rotations-Bewegung verändert diese ihre Gestalt nicht wirklich, denn sie thut weiter nichts, als dass sie einen leuchtenden Theil durch einen andern, der in derselben Ebene liegt, ersetzt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die von Hrn. Schröter beobachteten Erscheinungen von Veränderungen jener Art herrühren. Adhärirt dagegen ein Punkt, der heller oder schwächer an Licht als die übrigen ist, der Oberfläche eines der Ringe, so muss dieser Punkt mit derselben Geschwindigkeit, welche der Ring hat, umher laufen, und seine Lage in wenig Stunden sehr merklich verändern. Man kann mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass es ein Punkt dieser Art gewesen ist, den Hr. Herschel beobachtet hat.

Ich lade die Beobachter, welche mit mächtigen Fernröhren versehen sind, ein, den Erscheinungen der Ringe des Saturns aus diesem Gesichtspunkte nachzuspähen. Die Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen hatte die Geometer und Astronomen in gro-

sich bei allen folgenden Beobachtungen, die 4½ Monath fortgesetzt wurden. Herr Schröter hält die Ringe für unverrückbare Kreisgewölbe, welche in der Ebene des Saturn-Aequators liegen, und, gleich unserm Monde, bei jedem Umlaufe um die Sonne sich ein Mahl umdrehen; ihre Dicke ist nach ihm sehr ungleich, im Mittel 113 geograph. Meilen; sie sind ausserordentlich gebirgig; und auch die Lichtpunkte hält Herr Schröter für ungeheure Berge, von 169, ja von 300, geogr. Meilen Höhe, oder vielmehr für die grössten unter den vielen sphärischen Massen, aus deren Zusammenhäufung ihm die Ringe entstanden zu seyn scheinen, und von denen die mehresten die mittlere Dicke

grosse Verlegenheit gesetzt, ehe Huyghens die Ursache derselben erkannte. Der Ring zeigte sich zuerst Galiläi unter der Gestalt zweier kleiner, an der Saturnskugel klebender Körper, und Descartes, der den unglücklichen Einfall hatte, in seinen *Principiis philosophiae* alles erklären zu wollen, schrieb, im dritten Buche dieses Werks, den stationären Zustand dieser vorgeblichen Trabanten dem Umstande zu, dass Saturn dem Mittelpunkte seines Wirbels immer einerlei Seite zukehre. Wir wissen jetzt, dass ein solcher stationärer Zustand mit den Gesetzen der allgemeinen Schwere im Widerspruche steht, und schon dieser einzige Grund müsste uns bestimmen, Descartes Erklärung zu verwerfen, auch wenn wir die Ursache jener Erscheinung nicht kennten. Ein Stillstehen des Ringes widerspricht dem grossen Gesetze der Natur, nach meiner Einsicht; nicht minder, und ich habe daher keinen Zweifel, dass nicht fernere Beobachtungen, die man aus dem hier angezeigten Gesichtspunkte anstellen wird, die Resultate der Theorie und die Beobachtungen Herschel's bestätigen werden.

Dicke des Ringes zum Durchmesser haben, einige aber unsern Mond, die Jupiter- und Saturns-Monde und sämmtliche Asteroiden, ja sogar Merkur an Grösse übertreffen. Die beiden damahls als Enden sich zeigenden Theile des Ringes sind nach Hrn. Schröter ein wenig gegen einander geneigt. Der dunkle Strich quer über dem Saturn-Sphäroid ist der dunkelgraue Schatten des Ringes; die Gegenden an der nördlichen und südlichen Seite und an den Rändern des Sphäroids erschienen Hrn. Schröter dunkeler als die mittleren. *Gilbert.*

V.

BEOBACHTUNGEN

über die Gestalt des Saturns;

von

William Herschel, LL. D., F. R. S.

Frei bearbeitet, mit einigen Anmerkungen, von Gilbert *).

Keiner der Gegenstände, welche wir am Himmel wahrnehmen, zeigt uns eine gröſsere Mannigfaltigkeit auſserordentlicher Erscheinungen, als der Saturn. Eine prächtige Kugel, umgeben von einem bewundernswürdigen Doppel-Ringe, begleitet von sieben Trabanten, mit Aequatorial-Banden geziert, abgeplattet an den Polen, dreht sich um ihre Achse, verfinstert durch ihren Schatten Theile ihrer Ringe und ihre Trabanten, und wird wechselsweise von ihnen verfinstert; ebenfalls drehen sich um ihre Achsen der äuſsere Ring und der entfernteste Trabant; und alle Theile des Saturn-Systems werfen einander nach Umständen Sonnen-

*) Die beiden Aufsätze, in welchen der groſse und unermüdete Beobachter des Himmels seine Bemerkungen über die Gestalt des Saturns bekannt gemacht hat, stehen in den Schriften der Londner Societät der Wissenschaften auf die Jahre 1805 und 1806. Sie sind noch nicht ihrem ganzen Inhalte nach in das Deutsche übertragen worden; dagegen hat man gegen die höchst feinen Beobachtungen, mit denen sie sich beschäftigen, in England so wohl als in Deutschland Zweifel erhoben, und die mehresten Astro-

licht zu, wodurch Ringe und Monde die Nächte der Saturnbewohner erhellen, der Planet und die Monde Licht auf die Nachtseite der Ringe verbreiten, und der Planet und die Ringe den Monden Licht zu der Zeit zusenden, wenn sie in ihrer Conjunction der Sonnenstrahlen beraubt sind.

Man sollte glauben, so viel Ausgezeichnetes erschöpfe alles Merkwürdige; und doch beweisen die folgenden Beobachtungen, dass man ihnen noch eine Merkwürdigkeit hinzu fügen muss, welche einzig ist, und durch die sich die Gestalt des Saturns vor der aller andern Planeten auszeichnet.

Schon im Jahre 1776 hatte ich wahrgenommen, dass Saturn nicht vollkommen rund ist, und im J. 1781 fand ich, dass er an den Polen wenigstens eben so stark als Jupiter abgeplattet ist; ich hielt ihn aus diesem Grunde für ein Ellipsoid, und dieses hielt mich ab, das Uebrige der Gestalt kritisch zu untersuchen, so wohl damals, als da ich im J. 1789 meine Messung des Aequatorial- und des Polar-Durchmessers dieses Planeten machte. Wenn ich an den andern Theilen dieses Planetenkörpers eine gewisse Unregelmäßigkeit wahrzu-

nomen scheinen der Meinung zu seyn, Dr. Herschel habe sich dieses Mahl geirrt. Dieses ist bei einer reinen Wahrnehmung optisch-astronomischer Art, in denen sich Herschel hinlänglich als Meister beurkundet hat, an sich schwer zu glauben; ich lege daher die ganze interessante Verhandlung hier meinen Lesern vor; und das um so lieber, da die Materie eben so sehr physikalisch als astronomisch ist, und mit den vorstehenden Bemerkungen in naher Verbindung steht. *Gilbert.*

nehmen glaubte, so schob ich diese darauf, dass der Ring die ganze Kugel zu übersehen verhindere. In diesem Irrthume würde ich wahrscheinlich immerfort geblieben seyn, hätte ich mich nicht vor Kurzem durch Untersuchungen über die Vergrösserungen, welche mein zehnfüssiges Teleskop verträgt, belehrt, dass ich mich auf die Darstellung der kleinsten wahrzunehmenden Gegenstände durch dasselbe mit vollem Zutrauen verlassen kann. Durch die folgenden Beobachtungen habe ich die Gestalt des Planeten vollständig ausgemittelt. Sie enthalten zugleich manche Bemerkungen über die andern Erscheinungen, welche dieser schöne Planet dem zeigt, der ihn mit Aufmerksamkeit beobachtet.

April 12, 1805. Ich untersuchte den Saturn mit einem neuen 7füssigen Spiegel von ausserordentlicher Deutlichkeit. Der Ring warf mehr Licht zurück als der Planet, und bei 570mahliger Vergrösserung erscheint der Planet gelblich, indess der Ring weisser bleibt. Dadurch lässt sich der Ring, da, wo er die Scheibe durchschneidet, von dieser unterscheiden. Ich bemerkte die fünffache Bande und die Abplattung an den Polen; auch konnte ich den leeren Raum zwischen den beiden Ringen wahrnehmen. Die Polarregionen platten sich am Saturn nicht so allmählich ab, als am Jupiter, sondern erst in hohen Breiten und dann weit plötzlicher. Dasselbe erinnere ich mich schon oft bemerkt zu haben.

April 18; 10 füfsiger Reflector; Vergröfserung 300; fehr günftige Luft; der Planet aufserordentlich fcharf begrenzt. Der Schatten des Ringes, der fich über der Scheibe des Planeten, füdlich vom Ringe, wegzieht, ift fehr fchwarz und überall mit vieler Deutlichkeit zu fehen. Auch find das die Banden, welche das gewöhnliche Anfehen haben, und eine viel breitere Zone, wie die auf dem Jupiter, einnehmen. Die Geftalt des Saturns, wie fie fich jetzt zeigt, ift gewifs verfchieden von der fphäroidifchen Figur des Jupiters; ihre Krümmung ift am gröfsten in einer hohen Breite. Ich mafs mit meinem Winkel-Mikrometer bei 527 mahliger Vergröfserung die Lage der vier Punkte, in denen die Krümmung am gröfsten ift; als das Kreuz des Mikrometers durch diefe vier Punkte ging, war der Winkel, der das Doppelte ihrer Breite ift, 93° 16′; alfo ihre Breite 46° 38′ *). Die Meffung ift indefs fo fchwierig, dafs fie keine grofse Genauigkeit zuläfst.

Die nördlichfte Bande reicht bis an die Stelle hinauf, wo der Ring hinter den Körper des Planeten tritt; die Bande hat aber eine entgegen gefetzte Krümmung, als er, indem fie nach Norden zu concav ift, weil fie über die uns zugewandte Seite des Planeten fich wegzieht, und der Nordpol fichtbar ift.

*) Auch nach Herfchel liegt nämlich der Aequator Saturns in der Ebene des Ringes.

Gilbert.

Auf dem nachfoldenden Theile des Ringes sieht man einen sehr dunkeln, aber schmalen, Schatten des Planeten, der (so wie er da ist) den Ring von dem Planeten abschneidet. Der Schatten, den der Ring auf den Saturn wirft, zeigt sich südlich vom Ringe; er wird an beiden Seiten nach dem Rande der Scheibe zu breiter. Der Zwischenraum zwischen beiden Ringen ist dunkel, gleich dem fehlenden Theile in den beiden scheinbaren Henkeln, doch nicht schwarz, wie der eben erwähnte Schatten. Vier Trabanten stehen an der voran gehenden Seite nahe beim Ringe.

April 19. Ich betrachtete den Saturn mit einem neuen 7füssigen Teleskope, dessen Spiegel beide sehr vollkommen sind, und erkannte alle in der vorigen Nacht wahrgenommene Erscheinungen wieder, nur dass jetzt 4 Trabanten an der nachfolgenden Seite standen. Dieses Teleskop kommt dennoch dem 10füssigen nicht gleich. An der merkwürdigen Figur Saturns läst sich nicht mehr zweifeln; ist unsere Aufmerksamkeit einmahl aufgeregt worden, so sehen wir auf den ersten Blick, was von uns sonst unbemerkt geblieben wäre.

Die Nacht ist sehr schön und heiter, und Saturn dem Meridian nahe. Ich nahm das 10füssige Teleskop mit 400mahliger Vergrösserung. Die Gestalt Saturns hat etwas von einem Quadrate oder vielmehr von einem Parallelogramm, dessen vier Ecken tief hinein abgerundet sind, doch nicht so sehr, dass es sphäroidisch würde. Ich sehe das vollkommen

deutlich. Die vier Trabanten, welche öftern nachfolgten, gehen jetzt voran, und sind sehr glänzend. Heute finde ich die Breite der vier Punkte größter Krümmung 45° 44',5; diese Messung halte ich für fast ganz genau.

Mai 5. Ich richtete mein 20füssiges Teleskop auf den Saturn, und sah den Planeten bei 300facher Vergrößerung vollkommen scharf begrenzt, da der Abend sehr heiter war. Der Schatten des Ringes auf dem Planeten ist völlig schwarz. Alle andern Erscheinungen sind sehr deutlich. Die Gestalt des Planeten ist gewiss nicht sphäroidisch, wie die des Mars und Jupiters; Saturn ist unter dem Aequator und unter den Polen weniger gekrümmt, als in einer Breite von ungefähr 45°; der Aequatorial-Durchmesser ist dabei bedeutend größer als der Durchmesser durch die Pole.

Um alle meine Instrumente über die Gestalt des Saturns zu befragen, hatte ich den 40füssigen Reflector so aufgestellt, dass Saturn sich darin beim Kulminiren zeigte. In diesem erschien bei 360mahliger Vergrößerung die Gestalt der Scheibe wieder genau eben so, als ich sie im 10füssigen Reflector gesehen hatte. Der Planet ist an den Polen abgeplattet; das Sphäroid aber, das dieser Abplattung entspricht, ist durch irgend eine fremde Ursache modificirt worden, wie ich glaube, durch die Anziehung des Ringes. Er gleicht einem Parallelogramm, dessen eine Seite der Aequatorial-, die andere der Polar-Durchmesser ist, und dessen vier

Ecken so abgerundet sind, dass so wohl die Aequatorial- als die Polar-Regionen flacher erscheinen, als sie in der regulären sphäroidischen Gestalt seyn würden.

Jupiter hatte um diese Zeit eine ziemliche Höhe erreicht, und ich richtete das 10 füssige Spiegelteleskop mit 500 mahliger Vergrösserung abwechselnd auf ihn und auf den Saturn. Der Umfang des Saturnkörpers ist so, wie ich ihn in der Beobachtung mit dem 40 füssigen Teleskope beschrieben habe. Jupiter ist so wohl unter dem Aequator als unter den Polen stärker gekrümmt, als Saturn, der sich an diesen Stellen verhältnissmässig viel flacher zeigt.

Mai, 12. Jupiter und Saturn wurden abwechselnd mit meinem grossen 10 füssigen Teleskope von 24 Zoll Oeffnung betrachtet. Offenbar sind beide in ihrer Gestalt sehr verschieden. Die Temperatur der Luft war so veränderlich, dass grössere Spiegel nicht gut wirkten.

Mai, 13.; 10 füssiger Reflector; 300 fache Vergrösserung. Die Schatten des Ringes auf dem Planeten und des Planeten auf dem Ringe sind ganz schwarz und nicht von dem dämmerigen Ansehen (*dusky colour*) des Himmels rund um den Planeten, oder des Raums zwischen dem Ringe und dem Planeten und zwischen den beiden Ringen. Der nachfolgende nördliche Theil des Ringes ist durch den Schatten des Saturns wie abgeschnitten; der Schatten des Ringes liegt südlicher, hart an die

Projection des Ringes. Die Scheibe hat genau die Gestalt, wie in dem 40 füſsigen Teleſkope; ich ſah ſie ſo beſtimmt, daſs daran gar kein Zweifel ſeyn kann. Da der Abend ſehr ruhig und heiter war, ſo maſs ich zwei Mahl die Lage der Stellen der gröſsten Krümmung; ich fand ſie 45° 21′ und 45° 41′. Nach dem Augenmaſse ſchien ihre Breite nicht ganz 45° zu ſeyn.

Ich verglich wieder Jupiter und Saturn. Die Figur beider iſt zuverläſſig verſchieden, Saturn iſt ſo wohl an den Polen als am Aequator abgeplatteter, dagegen in den Breiten von 46 bis 48 Graden ſtärker gekrümmt als Jupiter. Je öfter ich die Vergleichung wiederholte, deſto auffallender wurde mir dieſe Verſchiedenheit.

Mai, 26.; 10füſsiger Reflector, 400mahlige Vergröſserung. Ich maſs den Durchmeſſer Saturns an den Stellen der gröſsten Krümmung und unter ſeinem Aequator, jedes Mahl zwei Mahl, mit einem Mikrometer mit zwei parallelen Drähten; erſtern fand ich 11″,98, letztern 11″,27; doch wahrſcheinlich zu klein. Schon das Auge nimmt den Unterſchied in den Durchmeſſern wahr; der gröſste iſt der an den Stellen der gröſsten Krümmung (deren Breite nicht volle 45° zu betragen ſcheint); dann folgt der Durchmeſſer des Aequators; der durch die Pole iſt der kleinſte.

Mai, 27. Der Abend war ſehr günſtig und ich wiederholte die vorige Meſſung; der Durch-

messer durch die Stellen der gröfsten Krümmung ist 11'',88, der Durchmesser des Aequators 11'',44.

Jun, 1. Da sich der feste Draht des Mikrometers mit grofser Genauigkeit in die Richtung des Ringes bringen läfst, so mufste sich auf diese Art die Breite der Stellen, wo die Krümmung am gröfsten ist, genauer als auf die vorige Art messen lassen. So gaben zwei Messungen der Breite, welche ich an der füdlichen Stelle der gröfsten Krümmung an der voran gehenden Seite machte, 43° 26' und 43° 13'.

Jun, 2. Um jeder Täuschung, die von der Krümmung des Augenglases herrühren konnte, zu entgehen, betrachtete ich Jupiter und Saturn abwechselnd nur mit 300 mahliger Vergröfserung; ihre Gestalt unterschied sich wieder auf die beschriebene Art. Diese Verschiedenheit war noch bei 200 facher Vergröfserung offenbar, und selbst bei 160 facher Vergröfserung so deutlich, dafs darüber kein Zweifel seyn konnte. Diese geringern Vergröfserungen zeigen die Gestalt des Planeten volllkommen gut, bei dem gröfsern Gesichtsfelde gehen die Sterne nicht so schnell durch das Teleskop hindurch, und lassen sich daher mit gröfserer Aufmerksamkeit betrachten.

Ich verglich mit der Erscheinung Saturns im Teleskope eine Zeichnung, die ich nach den angestellten Messungen, verbunden mit meinen Bestimmungen des Aequatorial- und des Polar-Durchmessers im J. 1789, gemacht hatte. Der gröfste Durchmesser war in der Zeichnung noch etwas zu

lang; ich verkürzte ihn, wodurch er sehr nahe der Messung vom 27. Mai entsprach, und nun zeigte ein abermahliges Zusammenhalten mit der Erscheinung in dem Teleskope, dass diese Zeichnung alle Genauigkeit hatte, welche sich ihr nach dem blossen Urtheile des Auges geben lässt. Eine getreue Nachbildung dieser Zeichnung sieht man hier (auf Taf. II, in Fig. 1). Es verhalten sich in ihr die drei Durchmesser, durch die Pole, durch den Aequator, und durch die Stellen der grössten Krümmung, wie 32 : 35 : 36, und die Breite des grössten Durchmessers ist 43° 20′.

Die vorstehenden Beobachtungen über die Gestalt des Saturnkörpers werden Veranlassung zu schwierigen Berechnungen geben, durch die sich vielleicht die Masse des Rings und seine Dichtigkeit werden ausmitteln lassen. Sie lehren uns zugleich einen neuen Einfluss der Gravitation auf die Gestalt der Planeten kennen; denn beim Saturn haben wir die widerstreitenden Wirkungen zweier Centripetal- und zweier Centrifugal-Kräfte zu betrachten, da die Achsenumdrehung des Ringes so wohl als des Planeten in einem meiner frühern Aufsätze dargethan ist.

Der vorstehende Aufsatz des Dr. Herschel war in England kaum bekannt geworden, als in Nicholson's *Journal*, März 1806, von einem anonymen Beobachter einige Zweifel gegen die Richtigkeit der Wahrnehmung und gegen die Wirklichkeit der anomalen Gestalt des Saturns erregt wurden. Er wunderte sich,

dafs keiner der andern Aftronomen, die mit richtig darftellenden Telefkopen, mit ftärkern als 160fachen Vergröfserungen, ausgerüftet waren, die merkwürdige Figur Saturns wahrgenommen hat. Herfchel felbft habe fie erft mit feinem 10füfsigen Telefkope von 2 Fufs Oeffnung erblickt, und dann erft bemerkt, dafs die andern Reflectoren fie auf gleiche Art zeigen. Da Herfchel in frühern Zeichnungen den Saturn fphäroidifch dargeftellt habe, fo dürfe es rathfam feyn, fich nicht eher in irgend eine fchwierige Berechnung über diefe Materie einzulaffen, bevor man fich nicht völlig überzeugt haben werde, dafs Herfchels Telefkope die Geftalten der Planeten genau darftellen, welches jetzt etwas zweifelhaft werde. Bei der im April bevorftehenden Oppofition des Saturns mit der Sonne werde fich darüber volle Auskunft verfchaffen laffen. Das Folgende beweife, wie nöthig eine folche Unterfuchung fey. „Man ftelle vor einen Hohlfpiegel eine „kreisrunde oder fphärifche Figur, und zwar neige „man den Spiegel fo, dafs, wenn die Figur fich über „dem Haupte des Beobachters befindet, fie im Mittel„punkte des Spiegels erfcheine. Je nach dem fie inner„halb oder aufserhalb der Brennweite gefehen wird, „erfcheint fie nach fenkrechter oder nach horizontaler „Richtung oval, und um fo ovaler, je mehr der Win„kel vergröfsert wird." Dr. Herfchel fcheint in dem folgenden Auffatze auf diefe Aeufserungen Rückficht genommen zu haben.

Berechnungen der Art, wie Dr. Herfchel fie andeutet, hat feit dem einer unferer Landsleute, Herr Beffel in Lilienthal, mit vielem Scharffinne angeftellt: *Ueber die Figur des Saturns, mit Rückficht auf die Attraction feiner Ringe*, in der *Monathl. Correfpond.* des Freih. von Zach, März 1807. Das Refultat diefer Berechnungen ift, dafs die Attraction der Ringe die el-

liptische Figur des Planeten *nicht* merklich ändert. „Die Herschel'sche Beobachtung," fügt Herr Bessel hinzu, „ist also mit unserer Rechnung unverträglich, „und die Theorie giebt nicht den leisesten Wink zu ih„rer Bestätigung. Nichts desto weniger läſst sich die „absolute Möglichkeit der beobachteten Figur nicht „läugnen, denn es ist nicht bewiesen, daſs Saturn An„fangs flüssig war; aber wenn er es war, kann er kei„ne andere als eine sehr nahe elliptische Figur haben." Herr Bessel zeigt ferner, daſs Dr. Herschel's Beobachtungen nicht in die Zeit fallen, wenn eine Abweichung von der elliptischen Gestalt sich am vortheilhaftesten unterscheiden läſst; daher entständen aus dem Umstande, daſs noch nie ein Astronom diese Eigenthümlichkeit Saturns bemerkt habe, sehr wichtige Zweifel gegen die Herschelsche Beobachtung. „Der Justizrath Schröter," fährt er fort, „der mit den vortrefflich„sten Teleskopen versehen, und mit dem bewunderns„würdigsten Beobachtungstalente ausgerüstet ist, hat „nie eine Spur einer Erscheinung, wie Dr. Herschel sie „in den *Philos. Transact. for* 1805 beschreibt und abbil„det, wahrgenommen, und selbst nach erhaltener Nach„richt von der Herschelschen Beobachtung konnte nichts „davon unterschieden werden, durch einen neuen, sehr „vorzüglichen, funfzehnfüſsigen Reflector." Hr. Bessel erklärt sich daher für geneigt, die Herschelsche Beobachtung für eine optische Täuschung anzusehen.

Also auch hierin ein Widerstreit zwischen den beiden groſsen Beobachtern mit mächtig wirkenden Teleskopen, wie bei der Rotation der Ringe, welchen letztern zu heben Herr La Place versucht hat. Daſs Dr. Herschel sich habe durch einen optischen Betrug täuschen lassen, ist schwer zu glauben, wenn man seine beiden Aufsätze gelesen hat. Bei der Bildung Saturns müssen Ursachen ganz eigener Art mit eingewirkt ha-

ben, davon sind die Ringe ein offenbarer Beweis; es ist nicht unmöglich, dass dieselbe Ursache die anomale Gestalt des Planeten hervor gebracht habe, diese also gleichzeitig mit den Ringen entstanden sey; und dieses scheint selbst eine wahrscheinlichere Hypothese, als die zu seyn, von der Herr Bessel bei seiner Berechnung ausgeht, dass nämlich, als die Ringe schon ihre jetzige Gestalt und Natur hatten, Saturn noch eine flüssige Masse gewesen sey, die in ihrer Mitte geschwebt habe. Er zeigt, dass in diesem Falle die Anziehung der Ringe keine Abweichung von der elliptischen Gestalt hätte bewirken können; damit ist aber nur Herschel's Gedanke von der Ursache der anomalen Gestaltung Saturns widerlegt; ein Gedanke, der an sich schon, bei genauerem Nachdenken, als unwahrscheinlich erscheinen müsste, da schwerlich die Ringe eher als der Saturnkörper, sondern beide gleichzeitig, durch einerlei Ursachen, die uns noch verborgen sind, ihre Natur und jetzige Gestalt angenommen haben.

Gilbert.

Fernere Beobachtungen und Bemerkungen über die Gestalt, das Klima, und die Atmosphäre Saturns und seines Ringes *).

Meine vorjährigen Beobachtungen über die sonderbare Gestalt des Saturns haben die Astronomen auf diesen Gegenstand aufmerksam gemacht; er bedarf noch weiterer Untersuchung.

Da die Achse des Planeten und die des Ringes bei dem Umlaufe Saturns um die Sonne in unveränderter paralleler Lage bleiben, so müssen in der Erscheinung der Scheibe eben so gut, als in denen

*) *Philosoph. Transactions*, 1806. *Gilbert.*

des Ringes, Verschiedenheiten, nach der verschiedenen Lage der Planeten in seiner Bahn entstehen; doch werden diese immer so klein seyn, dafs nur Beobachter, die an das Sehen so kleiner Gegenstände gewöhnt, und mit lichtvollen Instrumenten, welche grofse Vergröfserungen zulassen, versehen sind, hoffen dürfen, sie wahrzunehmen. Wäre der Aequator des Jupiters gegen die Ekliptik, so wie der des Saturns, geneigt, so zweifle ich nicht, dafs wir in seiner Gestalt, während der Zeit eines synodischen Umlaufs, beträchtliche Veränderungen gewahr werden würden; und doch ist seine durch den Umschwung um seine Achse entstandene sphäroidische Gestalt an den Polarregionen lange nicht so stark und so weit abgeplattet, als dieses auf dem Saturn der Fall ist. Der Aequator des Saturns hat eine solche Lage, dafs während jeder Umdrehung desselben eine Verschiedenheit im Aspecte des Planeten entsteht, die bis auf 62° steigt; über diefs weicht seine Gestalt von der gewöhnlichen sphäroidischen ab, woran die Anziehung des Ringes Schuld zu seyn scheint. Man ist daher berechtigt, zu erwarten, dafs unsere jetzigen Teleskope Verschiedenheiten in dem Ansehen der Scheibe zeigen werden, besonders da ich nun darauf aufmerksam gemacht habe.

Ich habe im J. 1789 das Verhältnifs des Aequatorial-Durchmessers zu dem des Polar-Durchmessers wie 22,81 : 20,61 gefunden, und an diesen Zahlen hat unstreitig die Einwirkung des Ringes

auf die Gestalt des Planeten Antheil; diese Einwirkung war aber damahls noch nicht durch directe Beobachtung wahrgenommen worden. Nachmahls bestimmte ich die Umdrehungszeit des Planeten durch Veränderungen, welche sich in der Configuration der Banden zeigen, und nahm Zeichnungen auf, welche die verschiedene Lage der Flecke in diesen Banden darstellen, und in denen ich dem Planeten, auf dessen Gestalt es nicht ankam, eine Kreisgestalt gab. Wer sich über die grosse Verschiedenheit verwundert, die zwischen dieser und andern Zeichnungen, die ich bei Gelegenheiten gegeben habe, wo von der besondern Gestaltung des Planeten nicht die Rede war, und zwischen der Figur in meinem letzten Aufsatze [Taf. II. Fig. 1.], bei der ich allein die Absicht hatte, diese Gestaltung darzustellen, Statt findet, — kann schwerlich meine Messung des Aequatorial- und des Polar-Durchmessers [*Philos. Transact. for* 1790. p. 17.] gelesen haben. In meiner letzten Zeichnung, welche den Saturn so vorstellt, wie er sich am 5. Mai 1805 mir zeigte, habe ich genau das 1789 gefundene Verhältniss zwischen den Durchmessern des Aequators und durch die Pole beibehalten; sie weicht von der frühern Zeichnung der sphäroidischen Gestalt des Saturns von 1789 bloss darin ab, dass an den Polen die Abplattung etwas weiter nach dem Aequator zu reicht *). Diese weiter rei-

*) Hr. Herschel fügt diesem Aufsatze einen Nachstich beider Figuren zur bequemern Vergleichung bei; meinen Lesern wird die erste Figur auf Taf. II. genügen. *Gilb.*

reichende Abplattung, oder irgend eine andere Ursache, haben in 40 oder 45 Grad nördlicher und südlicher Breite eine etwas gröſsere Krümmung als sonst bewirkt; und da das nur sehr wenig beträgt, so darf man sich nicht wundern, daſs ich diesen Umstand 1789 übersehen habe, als das Messen der beiden Hauptdurchmesser meine ganze Aufmerksamkeit beschäftigte.

Wie beim Beobachten sehr kleiner Gegenstände Vergröſserungen von verschiedener Stärke zu brauchen sind, scheint nicht jeder zu verstehen. Schwache, 200fache oder 160fache Vergröſserungen, mit denen ich die Gestalt Saturns erkannt habe, vermögen nicht, sie jemanden wahrnehmbar zu machen, der sie nicht schon durch starke Vergröſserung vollkommen gut gesehen hat. Beobachter, die kein Instrument besitzen, das bei 500 mahliger Vergröſserung völlige Deutlichkeit behält, dürfen daher nicht erwarten, den Umfang Saturns so scharf und gut begrenzt zu sehen, daſs sie die Gestalt desselben richtig auffassen können. Die fünffache Bande giebt hierbei ein gutes Kriterium ab; man sieht sie nicht, wenn das Teleskop zu dieser Absicht nicht ausreicht. Haben wir uns aber einmahl von der Wirklichkeit der Erscheinung, die ich aufgefunden habe, vollkommen überzeugt, so können wir allmählich zu schwächern Vergröſserungen fortgehen, um uns zu versichern, daſs die starke Krümmung, welche bei jenen Vergröſserungen die Augengläser haben, keine Täuschung in

der zu untersuchenden Gestalt veranlaſst haben; und dieses ist die einzige Ursache, warum ich angeführt habe, daſs die merkwürdige Gestalt Saturns sich mir auch bei kleinen Vergröſserungen gezeigt hat.

Am 5. Mai 1805 konnte der sichelförmige nicht erleuchtete Theil der uns sichtbaren Saturnscheibe nicht die Breite von 0,01 Sekunde haben, wie sich leicht aus der Lage Saturns gegen die Sonne und die Erde berechnen läſst. Hieraus kann also gar kein Irrthum bei der Wahrnehmung entstanden seyn.

Ich stelle hier zuerst meine *fernern Beobachtungen über die Gestalt des Saturns* zusammen, und lasse dann die Beobachtungen folgen, welche die physikalische Beschaffenheit, oder das Klima und die Atmosphäre dieses Planeten betreffen.

In der Sammlung meiner Saturns-Beobachtungen habe ich eine gefunden, die schon achtzehn Jahre alt ist, und ganz hierher gehört. Sie ist folgende: „*August* 2, 1788; 21St. 58′; 20füſsiger „Reflector; 300mahlige Vergröſserung. Nimmt „man an, daſs der Aequator des Saturns in der „Ebene des Ringes liegt, so ist der Planet offenbar „an den Polen abgeplattet. Ich habe oft zuvor, „und wieder diesen Abend angenommen, die Ge„stalt Saturns sey nicht sphäroidisch (wie die des „Mars und des Jupiters), sondern stark an den Po„len abgeplattet und auch ein wenig abgeplattet an „dem Aequator; doch dieses bedarf genauerer „Beobachtungen."

April 16, 1806. Ich unterſuchte die Geſtalt des Saturns mit dem 7füſsigen und mit dem 10füſsigen Teleſkope. Beide zeigten ſie auf dieſelbe Art; und dürfte ich nach den gegenwärtigen Erſcheinungen ſchlieſsen, ſo müſste ich annehmen, der Planet habe eine bedeutende Veränderung erlitten.

April 19; 10füſsiges Teleſkop; 300mahlige Vergröſserung. Die Polarregionen ſind ſtark abgeplattet. Die Geſtalt des Planeten iſt ein wenig von der vorjährigen verſchieden. Dieſes rührt wahrſcheinlich daher, daſs der Ring jetzt mehr offen iſt, und in höhern Breiten, als im vorigen Jahre, die Krümmung an vier Stellen dem Auge entzieht, indeſs die Aequatorial-Gegend ſichtbarer iſt.

Mai 2; 10füſsiges Teleſkop; 375mahlige Vergröſserung. Die Polarregionen ſind viel flacher als die am Aequator, welche jetzt, da ſie freier liegen, ſtärker gekrümmt als vorm Jahre erſcheinen. Dieſe kleine Veränderung in der Geſtalt läſst ſich der Veränderung des Aſpects zuſchreiben.

Mai 4; 10füſsiges Teleſkop; 527mahlige Vergröſserung. Die Aequatorialregion ſcheint etwas erhabener zu ſeyn als vorm Jahre; ſie lieſs ſich damahls nicht ſo gut als jetzt, da ſie offner liegt, unterſuchen. Die Abplattung an den Polen reicht weiter als auf einem Sphäroid, und das macht, daſs Saturn in einer gewiſſen Breite am ſtärkſten gekrümmt iſt.

Mai 5; 10füſsiges Teleſkop; 527mahlige Vergröſserung. Die Luft iſt ſehr günſtig, und ich ſehe den Planeten ſcharf begrenzt. Die Geſtalt iſt von der vorjährigen ein wenig verſchieden. Die Abplattung der Polarregionen reicht weiter, als es der Fall ſeyn würde, rührte ſie bloſs von der durch die Achſenumdrehung bewirkten Centrifugalkraft her. Die Aequatorialregion iſt ein wenig erhabener, als ſie vorm Jahre erſchien. Der Durchmeſſer in 40 bis 45 Grad Breite iſt dem Scheine nach ein wenig gröſser als der Durchmeſſer des Aequators, und die Krümmung in dieſer Breite am gröſsten. Da Saturn im Meridian ſteht, und die Nacht ſchön iſt, ſo ſehe ich die Geſtalt deſſelben vollkommen. Sie hat ſich ſeit dem vorigen Jahre *nicht* verändert, auſser in dem, was von der veränderten Lage des Planeten und der gröſsern Oeffnung des Ringes abhängt.

Mai 9; 527mahlige Vergröſserung. Die Luft iſt ſehr klar, und ich ſehe die Geſtalt Saturns ſehr nahe eben ſo, als vorm Jahre. Die Abplattung an den Polen ſcheint jetzt etwas kleiner zu ſeyn; die Gegenden um den Aequator und die übrigen haben noch daſſelbe Ausſehen.

Mai 15; 10$^{St.}$ 30′. Ich verglich die Erſcheinung Saturns im Teleſkope mit meiner vorjährigen Abbildung (Taf. II. Fig. 1.). Alles iſt in dieſem Kupferſtiche weit deutlicher und beſtimmter, als man es im Teleſkope mit einem Mahle überſehen kann; es iſt aber eben der Zweck eines Kupferſtichs, daſs er alles in ſich vereinigen ſoll, was

bei wiederholtem und gelegentlichem glücklichen Blicke sich uns entdeckt hat. So stellt z. B. Tobias Mayer's schätzbare Mondkarte den Mond so vor, als man ihn nie in einem Teleskope sieht. Der Aequatorial-Durchmesser ist in meiner vorjährigen Abbildung etwas zu kurz; das Verhältniss beider sollte seyn 35,41 : 32, wie ich es 1789 bestimmt, und davon abzugehen bis jetzt keine Ursache gefunden habe. Das andere bleibt, wie ich es dargestellt habe. Ich sehe die fünffache Bande, den Streifen der beide Ringe trennt, einen sehr schmalen Schatten des Ringes der quer über den Saturn geht, und auf dem nachfolgenden Theile des Ringes den breitern Schatten des Planeten selbst. Wenn nicht alles dieses deutlich sichtbar ist, so darf man nicht erwarten, durch das Fernrohr die Umrisse des Planeten gut genug zu sehen, um das Eigenthümliche seiner Gestalt gewahr zu werden.

Mai 18. Der Durchmesser durch die Pole scheint nicht ganz so viel kleiner als der Durchmesser durch den Aequator zu seyn, als meine Messung vom 14. Sept. 1789 angiebt; damahls war aber das Auge in der Ebene des Aequators, und jetzt steht es 16° über derselben; wir dürfen daher auch nicht erwarten, jetzt den Planetenkörper eben so stark abgeplattet zu sehen, als damahls.

Juni 9. Die Luft ist sehr heiter, und zu genauen Beobachtungen geschickt. Die Breite des Ringes verhält sich zu der Breite des Raumes zwischen dem Ringe und dem Planeten ungefähr wie

5 zu 4. Der Ring erscheint gekrümmt nach dem Körper des Planeten zu, und seine Innenseite ist wahrscheinlich von einer sphärischen oder vielleicht einer hyperbolischen Gestalt. Der Schatten des Ringes auf dem Planeten nimmt nach beiden Seiten an Breite zu, welches zum Theil eine Folge der Krümmung des Ringes ist, indem er mitten auf den Planeten mehr von dem Schatten verdeckt, als an den Seiten. Der Schatten des Planeten auf dem Ringe ist nördlich etwas breiter als südlich, so dass er mit dem Umrisse des Planeten nicht parallel ist; so breit ist er nördlich nicht, dass er auf den Ring senkrecht stände. Die nördlichste der dunkeln Banden reicht an beiden Seiten nördlich bis an die Mitte der Breite des Ringes hinauf, und geht hier hinter den Planetenkörper; sie ist in der Mitte nach Süden gebogen.

Ich beobachtete nun den Jupiter, und verglich seine Gestalt mit der des Saturns. Beide sind offenbar von verschiedner Art. Um beide Gestalten richtig zu bezeichnen, sollte man Jupiter ein Ellipsoid, und Saturn ein Sphäroid nennen.

Beobachtungen periodischer Veränderungen der Farbe der Polarregionen Saturns. Ich habe in meinen Beobachtungen des Mars (*Philosoph. Transact.* 1784.) darauf aufmerksam gemacht, dass sich auf diesem Planeten eine periodische Abwechselung in der Ausdehnung und Helligkeit der nördlichen und der südlichen Polarflecke zeigt, und habe dabei den Gedanken geäusert, der Glanz könne von einer stärkern Zurückwerfung des Lichts von den

Gegenden, die gefroren ſind, und die Verkleinerung der Flecke daher rühren, daſs dieſe Regionen den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt werden. Die folgenden Beobachtungen leiten uns auf ähnliche Schlüſſe in Hinſicht Saturns, oder dienen wenigſtens dazu, auf dieſen Gegenſtand aufmerkſam zu machen.

Starke Vergröſserungen erfordern mehr Helligkeit als ſchwächere; darauf läſst ſich ein gutes Verfahren gründen, die relative Helligkeit der verſchiedenen Theile eines Planeten zu beſtimmen; und dieſes habe ich mich bei den folgenden Beobachtungen bedient.

Jun 25, 1781. Oeffnung 6,3 Zoll; 460fache Vergröſserung. Der Planet Saturn erſchien hierbei mit einer gelblichen Farbe, während der Ring in ſeiner vollen weiſsen Erleuchtung blieb.

November 11, 1793. Der ganze Raum von der fünffachen Bande bis zum Südpole iſt von einer bleichen weiſslichen Farbe, die minder hell als die weiſsen Banden, und noch weit weniger hell als der Ring iſt. Ich habe dieſe Erſcheinung in den *Philoſoph. Transact.* für 1794 abgebildet. Der Südpol war damahls lange von der Sonne beſchienen worden, und die vorige Weiſse der Polarregion verſchwunden.

Jan. 1, 1794. Die ſüdliche Polarregion iſt etwas weniger hell als die Aequatorial-Bande.

Nov. 5, 1796. Der Raum zwiſchen der fünffachen Bande und dem nördlichen Theile des Ringes iſt von einem hellen Weiſs. Dieſes ſcheint an-

zuzeigen, dafs die Weifse der nördlichen Halbkugel zunimmt, wenn fie von der Sonne weniger erleuchtet ift.

Mai 6, 1806. Da jetzt der Nordpol der Sonne ausgefetzt ift, fo hat diefe Region viel von ihrem Glanze verloren; dafür hat die Region um den Südpol ihre vorige Farbe wieder erlangt, und ift glänzender und weifser, als die Theile um den Aequator.

Mai 15. Die Süd-Polar-Regionen des *Saturn* find weifs; auch die nördliche hat noch einige Weifse.

Mai 18. Mit 527facher Vergröfserung bleiben die Gegenden um den Südpol ganz weifs; die Gegenden um den Aequator erhalten einen gelblichen Teint, und um den Nordpol ift die Färbung fchwach und von trübem Weifs.

Juni 3. Die Gegend um den Südpol ift beträchtlich heller als die um den Nordpol.

Diefe Beobachtungen contraftiren mit denen, die ich angeftellt habe, als der Südpol beinahe ein halbes Saturnjahr hindurch fichtbar war, und die allmählige Veränderung der Farbe der Polarregionen fcheint durch fie ziemlich begründet zu feyn. Sollten fie fich noch mehr beftätigen, fo werden wir einigen Grund haben, diefe Veränderungen für eine Folge der Temperatur-Veränderung in den Klimaten des Saturns anzunehmen. Und wenn wir auch nicht die Weifse der Pole, zur Zeit, wenn an ihnen Winter ift, unmittelbar von Eis und Schnee ableiten wollen, fo können wir fie wenig-

ſtens als eine Folge davon anſehen, daſs dann die Dünſte mehr die Geſtalt von Wolken haben, welche, wie bekannt, mehr Licht zurück werfen, als die heitere Luft, durch die man den dunkeln Körper des Planeten deutlicher ſieht. Eine ſolche Regelmäſsigkeit in den abwechſelnden Veränderungen an den Polen müſste wenigſtens zwei oder drei Saturnsjahre hindurch beobachtet werden, ehe man zu Schlüſſen dieſer Art berechtigt iſt.

Ueber die Atmoſphäre des Saturns. Juni 9, 1806. Die Helligkeit an der nördlichen Polarregion iſt nicht gleichförmig, ſondern hier und da finden ſich groſse dunklere Flecke, von einem wolkigen Anſehen. Aus dieſer Beobachtung und aus den vorigen, welche auf eine periodiſche Veränderung der Temperatur auf den Saturn zu deuten ſcheinen, läſst ſich ſchlieſsen, daſs Saturn eine Atmoſphäre hat; denn der Oberfläche des Planeten ſelbſt können wir ſo häufige Veränderungen nicht zuſchreiben. Nehmen wir hierzu noch die Veränderungen, welche ich im Erſcheinen der fünffachen Bande, und in der Art, wie ſie ſich zeigt, beobachtet habe, ſo können wir ſchwerlich mehr Beweiſe für die Exiſtenz einer ſolchen Atmoſphäre verlangen. Daſs auch der Ring des Saturns eine Atmoſphäre hat, habe ich in einem frühern Aufſatze wahrſcheinlich gemacht.

Slough, nahe bei Windſor, 12. Juni 1806.

VI.

Einige Erfahrungen und Gedanken über die elektrischen Licht-Erscheinungen;

von

William Nicholson in London *).

Ich habe mich vor vielen Jahren mit Versuchen über die Elektricität eifrig beschäftigt. Mehrere derselben theilte ich der königl. Societät mit, und sie sind in ihren Schriften für das Jahr 1789 eingerückt worden. In dem drei und zwanzigsten Abschnitte dieses meines Aufsatzes erwähnte ich gewisse Veränderungen, welche sich in dem Lichte von Metallkugeln, die elektrisirt werden, zeigen, fügte aber keine Abbildung dieser Erscheinung bei, weil ich sie für eine andere Gelegenheit versparen wollte. Da sie bis jetzt bloße Zeichnung geblieben ist, so lege ich sie hier den Physikern vor, zugleich mit einem Auszuge aus meinen damahls geschriebenen Notaten.

Sept. 19. 1787. Eine kleine Kugel wurde positiv elektrisirt. Es fuhren Blitze oder geästelte Funken aus ihr heraus, und wenn die Intensität der Elektricität vergrößert wurde, so fing die Kugel selbst an, zu leuchten, während sie zugleich Blitze aussendete. Wurde die Elektricität noch viel stärker erregt, so hörten die Blitze auf; an

*) Aus dessen *Journal*, Vol. 13. p. 87. *Gilbert.*

der Kugel zeigte sich ein Lichtkreis, der von dem Punkte ab, welcher am weitesten von dem die Kugel tragenden Stabe entfernt war, sich rings umher ungefähr bis auf 45 Grad verbreitete; zugleich ging von der Kugel ein heftiger Wind aus.

Ich nahm eine Kugel von 1½ Zoll Durchmesser und zum Erregen der Elektricität einen Cylinder von 9 Zoll Durchmesser, mit 8 Zoll langem Reibkussen. Wenn ich den Cylinder, der bloss mit einer Kurbel versehen war, langsam drehte, so entstand so viel Elektricität, dass grosse Büschel von Licht ausströmten. Wurde schneller gedreht, so hörten die Blitze auf, der Lichtkreis verschwand, und in ihm zeigte sich ein heller Fleck, der sich in dessen Peripherie auf eine unregelmässige Weise rund umher bewegte. Bei noch schnellerem Drehen brachen Lichtbüschel von einem sehr verschiedenen Ansehen von den vorigen hervor. Ihre Aeste waren minder hell, und es schossen ihrer mehrere zugleich mit einem rauhen Getöse hervor. An ihrem Ende, oder der Oberfläche der Kugel, waren sie grünlich, im Stamme röthlich, und sie verästelten sich früher. Manchmahl sah ich ein halbes Dutzend zugleich hervor brechen.

Ich nahm nun eine Kugel von 0,4 Zoll Durchmesser. Bei mässigem Drehen zeigte sich ein dichter Lichtbüschel von ungefähr 2 Zoll Länge. Er verschwand bei stärkerem Drehen, und dafür wurde die obere Hälfte der Kugel leuchtend. Eine noch stärkere Erregung machte mehr als die Hälfte der

Kugel leuchtend, wie in Fig. 4. Kupfertafel II. dargestellt ist, und manchmahl schoss ein sich verästelnder Blitz aus dem obersten Punkte der Kugel hervor. Bei dem allerstärksten Grade von Elektricität sah man manchmahl noch andere Blitze seitwärts ausfahren; dieses geschah aber nur selten.

Das Licht war schwach, und schien ungefähr den doppelten Durchmesser der Kugel zu haben. Es erstreckte sich weiter als bis zur Hälfte herab, und breitete sich gröſsten Theils seitwärts aus.

Nahm ich eine Kugel, die mehr als 2½ Zoll im Durchmesser hatte, so gingen die Lichtbüschel von drei oder vier Stämmen zugleich aus, in einer Länge von 6 bis 7 Zoll, und waren von einem rauhen Getöse begleitet; ich konnte es dann durch schnelles Drehen nicht mehr dahin bringen, daſs sie verschwanden, obgleich sie dann und wann, wenn am heftigsten gedreht wurde, für einen Augenblick aufzuhören schienen.

Sept. 20, 1787. Am folgenden Tage, als die Erregung beinahe, doch nich völlig, so stark war, bemerkte ich, daſs sich die vorige Ordnung dieser Erscheinungen mit Hülfe einer Metallspitze hervor rufen läſst. Es brachen nämlich auch jetzt wieder prächtige Büschel aus einer dreizölligen Kugel hervor, und diese waren durch stärkeres Drehen nicht zum Verschwinden zu bringen; als ich aber der Kugel einen zugespitzten Draht oder eine kleine Metallkugel näherte, zeigten sich folgende Wirkungen:

Befand fich die Spitze in grofser Entfernung, fo umgab den Stamm des Büfchels ein heller Kreis leckenden Lichtes rund umher an der Oberfläche der Kugel. Brachte ich die Spitze näher, fo verfchwanden die Büfchel, und man fah blofs einen ausnehmend glänzenden Fleck an der Oberfläche der Kugel, der manchmahl an einer Stelle blieb, andere Mahle fich umher bewegte. Kam die Spitze noch näher, fo fprühte diefer Fleck ramificirte Funken der zweiten Art aus, und zugleich erfchien ein leckender (*lambent*) leuchtender Kreis. Der Fleck war nie im Mittelpunkte diefes Kreifes, fondern bewegte fich in einiger Entfernung rund um den Kreis, unregelmäfsig, manchmahl nach einer, andere Mahl nach entgegen gefetzter Richtung, und ftand manchmahl ganz ftill.

Diefe beiden Arten von Büfchel waren ganz diefelben, als die von geftern. Der zuerft erfcheinende Büfchel hatte einen geraden Stamm, dann einen gebrochenen oder weniger leuchtenden Theil, über welchen hinaus lauter einzelne, wie Baumwolle ausfehende, Lichtfäden, nach den Richtungen der Halbmeffer einer Kugel fich rings umher verbreiteten, wie in Fig. 2. Taf. II. abgebildet ift. Die letzten, ramificirten Funken, Fig. 3, hatten in ihrer Mitte einen geraden Stamm, aus welchem fcharf gezeichnete Aefte faft unter rechten Winkeln ausgingen. Sie hatten fehr viel mehr Aehnlichkeit mit einem entblätterten Baume. Der zweite Büfchel

war nicht breiter, wohl aber kleiner in feinen Dimenfionen, als der erfte.

Hielt ich die kleine Kugel von 0,4 Zoll Durchmeffer in einiger Entfernung von der $2\frac{1}{2}$ zölligen Kugel, während diefe elektrifirt wurde, fo zeigte fich feitwärts an derfelben, am entfernteften von der kleinen Kugel, die erfte Art von Büfchel, während zugleich Funken oder Büfchel der zweiten Art nach der kleinen Kugel zu fprangen, und das leckende Licht an der Oberfläche der Kugel erfchien.

Diefes find die allgemeinen Thatfachen, welche ich beobachtet habe; ich zweifle indefs keinen Augenblick, dafs fich, bei Wiederholung derfelben, nicht manche Modification diefer elektrifchen Licht-Erfcheinungen zeigen werde.

Sie können dazu dienen, unfere Begriffe über die Natur des elektrifchen Funkens zu berichtigen. Hr. Biot in Paris hat in einem feiner neueften Auffätze *) die finnreiche Vermuthung geäufsert, das Licht und die Hitze der elektrifchen Funken möchten wohl durch eine mechanifche Compreffion der atmofphärifchen Luft hervor gebracht werden. Es ift indefs fehr die Frage, ob fich diefe Annahme damit vereinigen läfst, dafs wir elektrifche Funken im Oehle erfcheinen fehen; und ob fie mit einigen atmofphärifchen Phänomenen in Har-

*) In diefen *Annalen*, J. 1805. St. 5. oder B. XX. S. 99.
Gilbert.

monie zu bringen ist, bei welchen, wie erzählt wird, leuchtende Kugeln sich nur mit kleiner Geschwindigkeit fortbewegt haben; und ganz besonders mit der langsam sich bewegenden künstlichen Feuerkugel, welche einst, wie Priestley in seinem Werke über die Luft anführt, von Waltire, aber nur ein einziges Mahl, gemacht worden ist.

Bedenkt man, dass ein Eisentheilchen, welches bei der gemeinen Art, Feuer anzuschlagen, abgerissen und in Brand gesetzt wird, wegen der Lebhaftigkeit, mit der es verbrennt, ein Körper von beträchtlicher Grösse zu seyn scheint, obgleich mehrentheils das Metall kein Kügelchen von ein Tausendstel Zoll im Durchmesser bilden würde; bedenkt man ferner, auf welche ausserordentliche Erhöhung der Temperatur das Entzünden von Metall-Drähten aller Art, durch elektrische Funken, hindeutet, besonders bei den schönen und überraschenden Versuchen, welche Herr Dr. van Marum bekannt gemacht hat; erinnert man sich endlich, dass eine Metallkette, so oft ein elektrischer Schlag hindurch geht, immer etwas an Gewicht verliert, und dass man nie Funken zwischen unverbrennlichen Körpern wahrnimmt; — so hat man, wie es mir scheint, bedeutende Gründe, jene Annahme dahin zu modificiren, dass der elektrische Funke, wo nicht aus Theilchen des Körpers, aus welchen er hervor bricht, besteht, wenigstens von solchen Theilchen begleitet wird.

Sind nicht die atmosphärischen Feuerkugeln oder leuchtenden Meteore, die Sternschnuppen und die Aërolithen, elektrische Funken von ungeheurer Gröſse?

Wenn irgend eine leuchtende Kugel mit kleiner Winkelgeschwindigkeit durch unsern Gesichtskreis ginge, so würde sie wie eine Linie oder ein Streifen von Licht erscheinen, und wenn sie in Stücke zerspränge, so würden wir viele divergirende Linien sehen. Sollten nicht die elektrischen Büschel-Erscheinungen dieser Art nach einem kleinen Maſsstabe seyn?

Es würde nicht schwer seyn, diese Speculationen auf Fig. 2 und 3 der vor uns liegenden Kupfertafel anzuwenden. Doch es gebricht *uns an* Thatsachen, nicht an Vermuthungen; ich verfolge diesen Faden daher nicht weiter.

röhren, die Adhäsion von Platten an Flüssigkeiten und viele ähnliche Erscheinungen bewirkt, und der Beziehung dieser Kraft zu den chemischen Verwandtschaften, frei, doch vollständig übersetzt von *Brandes* und *Gilbert* (H. 9, 10, 11, 12); eine Entdeckung, über die es nicht bloss dem Physiker, sondern auch dem theoretischen Hydrauliker und Chemiker wichtig ist, sich zu belehren. — Die endlich einmahl authentisch angestellte Prüfung der berüchtigten *Andronia*, und die unwiderrufliche Verweisung der Chemie des 19. Jahrhunderts, des Hn. *Winterl*, in das Reich der Chimären, durch die Hnn. *Fourcroy*, *Vauquelin*, *Berthollet* und *Guyton* (H. 12). — Die an neuen Aufschlüssen reichen Untersuchungen des Hn. *Chenevix* über die Essigsäure und den Essigspiritus durchs Feuer (H. 5). — *Chaptal's* lockende Berichte von grossen Verbesserungen im Branntweinbrennen, und über Mahlerfarben der Alten (H. 5). — Belehrungen über Rauch verzehrende Oefen und deren Anlage (H. 7), über die Heitzung von Manufaktur-Gebäuden mit Wasserdampf (H. 12), über das Geheimniss der Lithographik oder der Steindrucke (H. 4) u. dgl. m. — Hn. *Gerstner's* Theorie der Wellen (H. 8). — Viel Merkwürdiges über Meer, Wind, Wellen, wunderbare Fluthen und Barometermessen, aus der Meteorologie, über die Magnetnadel, über die Meteorsteine und über viele andere physikalische und chemische Gegenstände. — Noch stehe hier die Bemerkung, dass schon im J. 1810. (H. 2. und 4.) dieser Annal. das *unsichtbare Mädchen* entschleiert worden, und dass die, welche noch jetzt das Geheimniss desselben suchen, die einfache Einrichtung dort aufgedeckt und abgebildet finden können."

Der nächste Jahrgang wird des interessanten nicht weniger enthalten, und in jedes Heft, ausser den für Naturforscher ausschliesslich bestimmten Aufsätzen, auch solche bringen, welche für alle Freunde ernster Lectüre verständlich und unterhaltend seyn werden. Der Preis der 12 Hefte, von denen zu Ende jedes Monaths eins erscheint, bleibt 6 Rthlr. 16 Gr.

Johann Ambrosius Barth, als Verleger, in Leipzig.

Anzeige

von Hn. Prof. *Gilbert's Annalen der Physik, Jahrg.* 1810.

Die *Neue Folge* der *Annalen der Physik und der physikalischen Chemie* des Hn. Prof. *Gilbert* zu Halle, welche mit 1809. begonnen hat, erscheint auch in diesem Jahre bey mir regelmäſsig in monathlichen Heften. Daſs dieses allgemein bekannte und im Auslande besonders geachtetete wiſſenſchaftliche Journal nun ſchon ſeit 11 Jahren, ungeachtet der ſchwierigen Zeiten, ununterbrochen fortgeht, iſt die beſte Anpreiſung des Werths, den der Hr. Herausgeber, unterſtützt von eifrigen Naturforſchern, demſelben zu verſchaffen gewuſst hat. Folgende Andeutung der bedeutendſten Aufſätze in dem eben geſchloſſenen Jahrgange ſtehe hier mit den Worten Hn. Prof. *Gilbert:*

Die ſcharfſinnigen und gereiften Arbeiten der Hnn. *Scherer* und *von Schreibers* in Wien, über die mähriſchen Meteorſteine, durch welche unſere Einſicht in die Natur ſolcher Fremdlinge um einen wichtigen Schritt weiter gebracht worden iſt, und die niemand ignoriren kann, der über die Meteorſteine ein Urtheil fällen will (Heft 1.) — Die Verwandlung, nicht bloſs der Alkalien, ſondern auch der alkal. Erden, in Metalle von wunderbaren Eigenſchaften, welche *Davy* in ſeinen 1807. und 1808. gehaltenen Vorleſungen in der Londner Societät vollſtändig bekannt gemacht hat (H. 2, 8, 11.), und *Davy's* Beweis, daſs die Alkalien keine ſogen. Hydrures, ſondern Metalloxyde ſind, ſammt Andeutung neuer noch gröſserer Entdeckungen. — Die vollſtändige Zuſammenſtellung der hierher gehörigen Arbeiten der Hnn. *Gay-Luſſac* und *Thenard* (H. 5.). — Die Entdeckung des Hn. *Malus* neuer Eigenſchaften des Lichtes und der doppelten Strahlenbrechung in den Kryſtallen, und Hn. *La Place's* tiefſinnige Meditationen über dieſen Gegenſtand (H. 3, 8). — Hr. *v. Humboldt* von der Wärmeabnahme und der Strahlenbrechung in der Atmoſphäre (H. 4). — Hr. *Erman's* ſchöne Unterſuchungen über Adhäſions-Veränderungen durch galvan. Elektricität, über eine neue Art von ihm aufgefundener galvan. Figuren, und über das Hellwig'ſche Problem (H. 7). — Die groſse Entdeckung des Hn. *La Place* der wahren Theorie der Kraft, welche die Erſcheinungen in den Haar-

Taf. I.

Fig. 1.

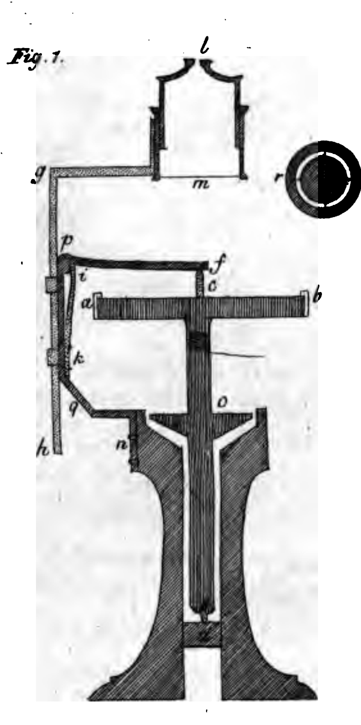


Fig. 3.

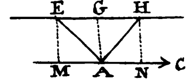
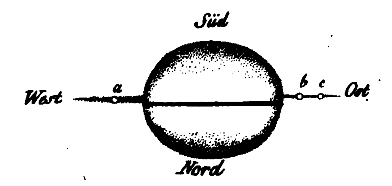
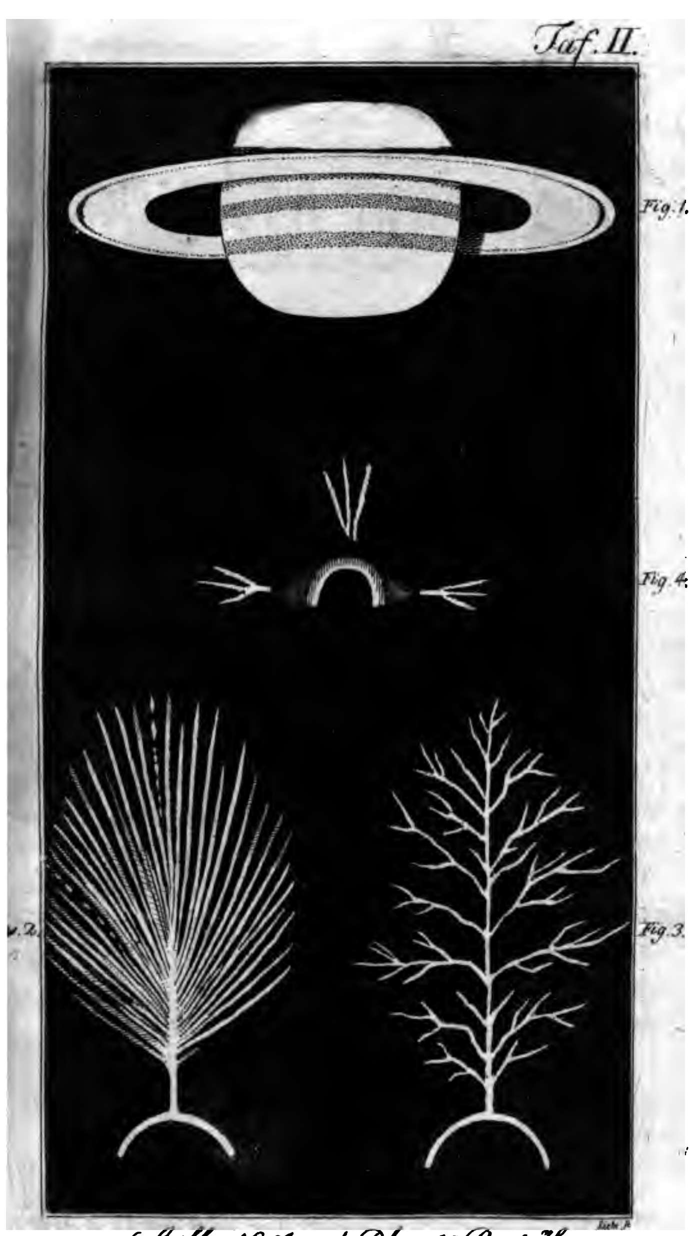


Fig. 2.









Gilb. N. Ann. d. Phys. 4.r B. 1.s H.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1810, ZWEITES STÜCK.

I.

Mineralogische, antiquarische und chemische Bemerkungen über eine Goldmünze König Philipp's *von Macedonien;*

von

JOHANN FABBRONI zu Florenz,
Corresp. d. franz. Instit.

Mit einigen Anmerkungen von D'Arcet *).

Es wird von den Naturforschern fast einstimmig behauptet, das gediegene Gold komme nie ganz rein vor, sondern sey immer mit andern Metallen, besonders mit Silber, legirt; das allerfeinste sey nur von 21 bis 22 Karat, und enthalte also kaum 0,875 bis 0,917 Gold. Plinius ist ihnen in dieser Behauptung voran gegangen **). Der Goldstaub, der

*) Uebersetzt aus der italienischen Urschrift in den *Annales de Chimie;* und hier frei bearbeitet von Gilbert.

**) Nach ihm enthält alles Gold Silber, (das von Albicrate in Gallien am wenigsten, nämlich nur $\frac{1}{36}$,) ist das Gold in Blättern das vollkommenste, und bedarf alles in Bergwerken gewonnene Gold nicht erst der Schmelzung, son-

aus Afrika zu uns kommt (und sich bekanntlich in Bambuck findet), ist gewöhnlich innerhalb dieser Grenzen; ich habe 22 karatigen, oder von 0,917 Gehalt, in Händen gehabt. In der Münze zu Florenz hat man neulich Goldstaub zu 23 Karat, oder 0,958 Gehalt, gehabt, der aus Marokko gekommen war.

In den ältern Zeiten hat man wahrscheinlich das gediegene Gold, so wie es sich fand, verprägt; denn es läſst sich kein Grund denken, warum man sich hätte die Mühe geben und die Kosten machen sollen, es zuvor zu läutern.

Für die älteste uns bekannte Goldmünze hält man die zu Cyrene in Afrika gegossene oder geschlagene, von Battus IV, der ein Zeitgenosse des Pisistratus war; das Korn derselben scheint nicht bekannt zu seyn. Von den griechischen Goldmünzen, die sich in unsern Münzsammlungen finden, sind die ältesten die schönen Münzen Philipp's, des Vaters Alexander's des Groſsen. Dieser unternehmende Mann, der von seiner Jugend an nach dem macedonischen Throne und nach der Herrschaft über Griechenland strebte, hatte das Glück, reiche Goldbergwerke zu finden, aus denen er groſsen Vortheil zu ziehen wuſste. Der Berg Pangäus lieferte ihm jährlich für 5,229,000 französ. Franken an Werth, und in diesem Golde

dern ist gediegenes und vollkommenes Gold. Da er indeſs an einer andern Stelle das Blei für dehnbarer und schwerer als das Gold ausgiebt, so habe er, meint d'Arcet, nur Legierungen von Gold gekannt. *Gilbert.*

hatte er das mächtigste Hülfsmittel, seine politischen Plane durchzusetzen, und seine militärischen Talente geltend zu machen. Es ist unbekannt, ob mit Philipp's Golde vor dem Münzen besondere Processe vorgenommen wurden; wahrscheinlich verprägte man es so, wie man es fand *).

Einen *Stater* (so nannten die Perser und die Macedonier diese Goldmünzen) vom Könige Philipp hat Patin probirt, und ihn 23½ Karat fein gefunden, oder zu 0,979. Es läst sich nicht glauben, dass die Münzer dieses Königs das Gold sollten fein gemacht haben, um dann $\frac{1}{48}$ Legierung hinzu zu schmelzen; viel natürlicher ist der Gedanke, dass das Gold sich sogleich in dieser Feinheit gefunden habe. Bei dem Reichthume der Goldbergwerke, die Philipp besass, bedurfte er keiner Verlängerung des Goldes; und bei seinem Bestreben, grossmüthig zu erscheinen, würde er schwerlich zugegeben haben, dass seine Münzer das gediegene Gold verfälscht hätten; oder wäre das seiner Politik gemäss gewesen, so würde er es stärker haben versetzen lassen **). Es scheint folglich,

*) Aus Plinius scheint zu erhellen, dass das Gold sich im Innern der Erde rein genug fand, um ohne alle Vorbereitung verschmolzen zu werden. *F.*

**) Herr Mongez hat von mir die Analyse einer alten Münze mit dem Bildnisse Philipp's erhalten, welche ebenfalls beweiset, dass man unter diesem Könige von der Natur gegebene oder wenigstens unbekannte Metall-Mischungen vermünzte; denn sie bestand aus 0,368 Silber, 0,184 Gold und 0,448 Kupfer. Dass es Münz-Vorschrift gewesen sey, eine so zusammen gesetzte Legierung zu machen, läst

dafs das Gold in feinem Bergwerke von Natur 23 und ½ karatig (0,979) war, hat fich anders Pati in feiner Probe einer Goldmünze Philipp's nicht geirrt; und diefe Thatfache verdiente durch neue Verfuche beftätigt zu werden.

Der als Mathematiker berühmte Cavaliere Folſombroni hatte beim Graben des Fundaments zu einem Haufe bei Arrezzo einen fehr gut erhaltenen Stater König Philipp's gefunden. Es wurde ihm der Wunfch geäufsert, feine Antike zu einer Prüfung des Gewichts und der chemifchen Befchaffenheit diefer Goldmünze zu beftimmen, und er fand fich fogleich bereit, mit ihr der Wifsbegierde der Gelehrten ein Opfer zu bringen.

Auf dem Avers der Münze, fo wie *auf den* der mehreften Münzen Philipp's, fteht der Kopf Apollo's; auf dem Revers ein Wagen mit zwei Pferden, der im Fahren ift; in der Exerge fteht fein Name. Auf den Stateren diefer Art findet man unter den Beinen der Pferde ein Monogramm oder irgend ein Zeichen, welches den Münzort anzeigt; auf dem Stater von Arrezzo einen Dreizack, welcher Trözene bedeutet.

Beſtimmung des Schrots.

Das reiche Münzkabinett in der Gallerie zu Florenz befitzt 14 Stateren des Königs Philipp.

fich nicht denken, da man damahls die Mifchung lange fo genau nicht zu beftimmen vermochte, als wir es jetzt mit dem blofsen Probirfteine, den Probirnadeln und der präparirten Säure thun. *d'Arcet.*

Eilf derselben haben dasselbe Avers und Revers als der von Arrezzo, aber nur ein einziger dasselbe Münzzeichen. Zwei dieser Stateren, von ganz gleichem äusseren Ansehen, wogen jeder genau 176 florentiner Gran (8,624 Grammes); genau eben so viel ein dritter, dessen Monogramm aus einem grossen *K* und kleinen *o* zusammen gesetzt ist; ein vierter mit einem Blitze; ein fünfter mit einer Vase, und ein sechster mit einem Weitzenkorne, dem Zeichen von Leontini. Dieses übereinstimmende Gewicht der 6 schwersten Stateren, die auf uns gekommen sind (man kennt unter den griechischen keinen schwereren), berechtigt uns, zu schliessen, dass es das vorschriftsmässige Gewicht dieser griechischen Goldmünze war. Daraus lässt sich ferner schliessen, dass die griechische Drachme 4,312 Grammes oder 88 unserer Grane wog *). Wie richtig dieses Resultat ist, das beweiset die halbe athenienfische oder ganze asiatische Drachme, welche sich gleichfalls in der Gallerie zu Florenz findet; sie wiegt genau 44 flor. Gran oder 2,156 Grammes; also gerade den vierten Theil so viel, als der Stater Philipp's. Auf dem Avers dieser kleinen Goldmünze steht der Kopf des Herkules mit der Löwenhaut, auf dem Revers der Bogen, der Köcher und die Keule. Der Professor Millin in Paris hat mir das Gewicht von 5 Stateren Philipp's

*) Romé Delisle giebt der grossen attischen Drachme ein Gewicht von 4,461 Grammes, also 0,149 Grammes, oder ungefähr 3 Gran mehr. *F.*

mitgetheilt, die auf der kaiserl. Bibliothek aufgehoben werden; es ist folgendes: 160,5; 161; 161; 162; 162 Grains. Die beiden letztern, deren Gewicht nur um einen unbedeutenden Bruchtheil verschieden ist, wiegen am schwersten, weil sie am wenigsten abgenützt sind; das gröſste beider Gewichte ist dem von 175,16 florent. Gran oder 8,583 Grammes gleich, also um 0,84 Gran (0,041 Grammes) geringer, als das der unsrigen; diese sind daher minder abgenutzt und genauer.

Greaves hat zwei Stateren Alexander's gewogen; der eine hatte ein Gewicht von 133, der andere von 133,5 engl. Gran. Einen halben Gran, glaubte er, habe sie durch Abnutzung verloren, und er setzt daher die halbe Drachme genau auf 67 engl. Gran; also auf 87,6 flor. Gran oder 4,292 Grammes. Snellius hat den Stater Philipp's und Alexander's 179 holl. Gran schwer gefunden; dieses ist gleich 134,5 engl. oder 87,9 flor. Gran, oder 4,307 Grammes, welches dem Gewichte der unsrigen sehr nahe kommt. Barthelemy folgert aus verschiedenen Abwägungen, daſs die Drachme genau 81 und $\frac{1}{8}$ französische Gran (4,309 Grammes) gewogen habe, glaubt aber für die Abnutzung in 2200 Jahren noch $\frac{7}{8}$ Gran hinzu fügen, und das Gewicht der Drachme auf volle 82 franz. Gran (88,5 florent. oder 4,337 Grammes) setzen zu müssen; welches jedoch wahrscheinlich zu viel ist. Für die Abnutzung läſst sich in diesen Berech-

nungen nichts ansetzen, denn sonst würde man jedes Resultat erhalten, welches man wollte.

Meine Bestimmung des Gewichts der Drachme auf 88 florent. Gran oder 4,312 Grammes wird auch durch eine silberne Drachme Philipp's, die sich im florentiner Kabinette befindet, bestätigt, auf deren Avers man einen Herkules-Kopf ohne Bart, mit der Löwenhaut bedeckt, und auf deren Revers man einen sitzenden Jupiter, mit dem Adler auf der rechten und einem Wurfspiesse in der linken Hand, sieht, und unter dem Stuhle eine Leier und ein *A*. Eine halbe silberne Drachme, auf deren Avers der Kopf Jupiters mit dem Diademe und auf deren Revers eine Figur zu Pferde, Philipp's Name und ein unverständliches Zeichen stehen, wiegt genau 44 florent. Gran. Noch giebt es in dieser Münzsammlung 4 silberne Vierdrachmenstücke Alexander's mit ähnlichem Avers und Revers, die alle ein gleiches Gewicht haben, nämlich von 14 Denaren und 16 Gran *); wieder ein Beweis, dass das Gewicht der Drachme genau 88 flor. Gran ist. Sie haben alle vier verschiedene Münzzeichen: die eine vorn eine Lampe und unter dem

*) Die schwerste unter den thracischen Vierdrachmenstücken unsers Münzkabinetts, ihrer Nummer nach die zwölfte, wiegt ebenfalls genau 14 Denare 16 Gran; ein Beweis, dass in Macedonien und in Thracien gleiche Gewichte waren, wie mehrere schon vermuthet hatten. Nach dem Scholiasten des Nicander war die Didrachme der vierte Theil der attischen Unze; diese Unze hat also 704 florent. Gran oder 34,496 Grammes gewogen. *F.*

Die ſcheidende Kraft der Salzſäure verkennt man ebenfalls nicht in dem eigenthümlichen Verfahren, deſſen man ſich nach dem Zeugniſſe des Agatharchides bei den Bergwerken bedient hat, die zwiſchen dem Nil und dem rothen Meere lagen, aus denen man ſchon Gold gewonnen haben ſoll, als man das Eiſen noch nicht kannte. Das Gold kam dort (hat er ſich anders richtig ausgedruckt und iſt der Text nicht verdorben) in Marmor eingeſchloſſen vor; die Bergleute brannten oder calcinirten dieſe Minern, zerſchlugen ſie mit dem Fäuſtel, zerſtieſsen, zerrieben und wuſchen ſie, und packten dann das Gold mit etwas Blei, mit Salz, mit etwas Zinn und mit Gerſtenmehl in einen verſchloſſenen Tiegel, der 5 Tage lang im Feuer erhalten wurde.

Wahrſcheinlich bedienten ſich auch dieſes oder eines ähnlichen Weges die Münzarbeiter des Darius, als dieſer aufgeklärte König *) ſeinen Unterthanen das edle und nützliche Beiſpiel einer aus dem feinſten Golde verfertigten Münze geben wollte, ſo wie in der Folge ſein Satrap Ariander Münzen aus feinem Silber verfertigen lieſs.

Für dieſes docimaſtiſche Verfahren, das uns Agatharchides erhalten hat, plauſible Gründe anzugeben, iſt übrigens nicht leicht. Wäre es in dieſer

zu Venedig, zu Genua und zu Florenz bediene, wo man Zechinen präge, die faſt ganz fein ſind. *d'Arcet.*

*) Der Scholiaſt des Ariſtophanes erzählt dieſes von einem [illegible]n Darius. *F.*

Operation nicht auf eine *Cementation*, sondern auf ein wahres und anhaltendes Schmelzen abgesehen gewesen; so ist nicht wohl zu begreifen, wie zu dem, was man beabsichtigte, ein verschlossener Tiegel passt, den man im Feuer erhielt. Eben so wenig läfst sich einsehen, wozu das Gerstenmehl genutzt hat. Das sinnreiche Verfahren, welches Hellot in der Münze von Lyon ausgeübt fand, um das Kapellensilber von dem wenigen Blei zu reinigen, das damit nach dem ersten Feinbrennen verbunden bleibt, könnte indefs doch wohl einiges Licht hierüber verbreiten.

Man nahm damahls in dieser Münze 13 Zoll hohe Tiegel, von 5 Zoll weiter Mündung, füllte 3 Zoll hoch kleine Kohlen hinein, befestigte darüber ein dreiseitiges Stück eines Tiegels, indem man die Ecken desselben durch etwas Kitt an die Wände des Tiegels lutirte, und legte darauf 60 oder 65 Pfund des fein zu brennenden Silbers in langen und dünnen Lingotten. Dieser Tiegel wurde in einen runden, 14 Zoll hohen, Windofen, der am Roste 7 Zoll und oben 9 Zoll weit war, gesetzt, und das Silber darin zum Schmelzen gebracht. Das Metall sank, als es schmolz, bis 3 Zoll unter dem Rande des Tiegels; *alsdann, wenn es den gehörigen Hitzegrad erlangt hatte, sah man es aufkochen, eben so heftig und mit eben dem Aufwallen, als Wasser, das über einem starken Feuer steht;* und in diesem Zustande erhielt man es 7 bis 8 Stunden lang.

Dieses Aufwallen wird durch die elastische Flüssigkeit bewirkt, welche sich aus den unter dem fliessenden Silber befindlichen Kohlen entbindet, die eine Art von Gebläse bilden, das am Boden des Tiegels künstlich angebracht ist. Bekanntlich verändert sich die Kohle nicht, wenn man sie in verschlossenen Metall- oder Glasgefäfsen roth glühen läfst; das lehrt die Theorie, und sehr viele Erfahrungen bewähren es. Die von Hellot angeführte Thatsache beweiset indess, dass in diesem Falle die unter dem fliessenden Silber befindlichen Kohlen sich zersetzen, und dass eine elastische Flüssigkeit sich beständig fort aus ihnen bildet; denn er überzeugte sich, dass, wenn Silber ohne darunter befindliche Kohlen über dasselbe Feuer im Schmelzen erhalten wurde, es an der Oberfläche bloss in eine zitternde Wellenbewegung gerieth, die vom Mittelpunkte nach den Wänden und wieder zurück ging, ohne dass es wirklich und mit so vielem Geräusche kochte. Woher rührt in diesem Falle die elastische Flüssigkeit?

Priestley, der durch eine unzählbare Menge von Thatsachen, welche von ihm aufgefunden worden, der Gründer der neuen pneumatischen Chemie ist, hat auf das allerüberzeugendste dargethan (was viele andere Versuche seit dem bestätigt hatten), dass thönerne Gefäfse, die so stark erhitzt werden, dass sie das Licht hindurch lassen, wahre Filtra oder vielmehr Siebe sind, durch die selbst die äussere Luft Zugang hat. Diese wird

von den in dem Tiegel befindlichen Kohlen chemisch angezogen, und dringt zugleich mit dem Wärmestoffe und dem Lichte durch den Boden hinein. Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft entzündet einen Theil der glühenden Kohlen und verbindet sich damit und mit Wärmestoff zur Kohlensäure; das Bestreben dieser Säure nach Elasticität überwindet den Druck der darüber stehenden 7 Zoll hohen Säule fliessenden Silbers, und indem sie in Blasen hindurch steigt, bringt sie das Silber in ein starkes Wallen. Der geringe in der Masse verbreitete Rückstand von Blei kommt bei der beständigen heftigen Bewegung mit dem kohlensauren Gas und mit der Atmosphäre in Berührung, oxydirt sich, und schwimmt als das specifisch leichtere an die Oberfläche herauf. In der That hat Hellot aus dem Innern eines solchen Silber-Bades eine Art gelblichen Oehls aufsteigen sehen, das im Tiegel obenauf schwamm. Dieses Oehl war reines, geschmolzenes Bleioxyd, das durch die immer erneuerte Berührung mit der atmosphärischen Luft gebildet worden war. Die Silberbrenner sammeln dieses Oxyd zusammen, indem sie es mit Glas oder einer magern Erde umgeben, welche das Oxyd verschlucken, und leichter von der Oberfläche herunter zu bringen sind. Das Silber bleibt dann hell und rein zurück.

Bezieht man auf dieses Verfahren den von Agatharchides (obschon sehr unvollkommen) beschriebenen Process, so liesse sich denken, das Ger-

ſtenmehl habe die Stelle der Kohle vertreten, um am Boden des Tiegels das zu bilden, was man in Lyon die Seele des Tiegels nennt, und es ſey dort durch einen Deckel feſt erhalten worden (welches den Ausdruck *verſchloſſener Tiegel* veranlaſst haben könnte); auf dieſen Deckel habe man das zu ſchmelzende Gold gebracht mit etwas Blei, um die unedlen Metalle zu verglaſen, und mit Kochſalz und Schwefel-Spieſsglanz oder Schwefel-Blei, um durch ſie das feine Silber abzuſcheiden und es entweder mit der Salzſäure zu verflüchtigen oder es zu verſchlacken. Die aus dem Pflanzenkörper ſich entbindende Luft könnte hierbei wieder die Stelle eines Gebläſes vertreten, das Metall mehrere Tage lang ununterbrochen in Bewegung erhalten und alle Unreinigkeiten in die Höhe getrieben haben, wo man ſie, wie zu Lyon, hätte abſchäumen können.

Die Wahrheit zu geſtehen, führt jedoch ein Feuer, das 5 Tage lang ununterbrochen erhalten wird, vielmehr auf die Idee der Cementation der Neueren, ähnlich derjenigen, von welcher uns Plinius Nachricht erhalten hat, als auf ein Schmelzen in verſchloſſenen Tiegeln, welcher letztere Umſtand dem Zwecke gerade entgegen wirken müſste. In Ungarn pflegt man in der That der zu cementirenden Maſſe Blei zuzuſetzen, um dadurch das Innere des Goldes den ſalzſauren Dämpfen deſto beſſer aufzuſchlieſsen; dieſes Blei vereinigt ſich dann in kleinen hohlen Tropfen, oder, mit andern Worten, in Körnern. Es iſt möglich, daſs das Blei, deſſen

Agatarchides gedenkt, denselben Zweck hatte; Zinn kann er bei der Vieldeutigkeit des Worts für rohes Antimonium oder für Bleiglanz gesetzt haben. Das Gerstenmehl konnte vielleicht dazu dienen, das wenige Salz, wovon eine Lage über das Gold zu verbreiten war, gleichförmig zu vertheilen, und helfen, es zu zersetzen, wie das bei dem jetzigen Verfahren der Thon und der Eisenvitriol thun.

Um über diesen interessanten Gegenstand einiges Licht zu erhalten, habe ich 30 Denare (35,365 Grammes) Gerstenmehl und 1 Unze (28,292 Grammes) Kochsalz in einen Tiegel gethan, über diesen einen umgekehrten Tiegel gestürzt, Feuer gegeben, bis der Tiegel roth glühete, und ihn 36 Stunden lang in diesem Zustande erhalten. Mehr aus Neugierde, als um daraus einen wichtigen Schluss zu ziehen, hatte ich ein 3 Millimeter dickes und 24 Gran (1,178 Grammes) schweres Goldblättchen, 21⅜ Karat (0,891) fein, hinein gethan, und ein 0,5 Millimeter dickes und 40 Gran (1,965 Grammes) schweres Silberblatt, 11½ Denare (0,958) fein. Der untere Tiegel, worin alles dieses lag, war damit zur Hälfte angefüllt, und in der Verkittung des obern hatte ich eine Oeffnung ungefähr 5 Millimeter lang gelassen, damit die elastischen Dämpfe durch sie entweichen konnten.

Als die Tiegel nach dem Erkalten aus einander genommen wurden, fand sich zuoberst ein sehr geringer erdiger, etwas salziger, Rückstand von

weifslicher Farbe, der kaum 11½ Gran (0,565 Grammes) wog. Unter demselben befand sich das Gold; es hatte ⅛ Gran (0,006 Grammes) an Gewicht zugenommen durch sehr feine Silbertheilchen, die sich darunter gemengt und die Farbe desselben merklich weisser gemacht hatten. Das kleine Silberblatt klebte unmittelbar auf dem Golde in Gestalt von Staub, der nicht fest adhärirte, 6⅛ Gran (0,301 Grammes) wog, und aus feinem Silber bestand. Ueber das Gold, das nur an der Oberfläche versilbert war, liefs ich reine Salpetersäure kochen; es verlor darin seine Silberfarbe gänzlich, und fand sich in der Probe von 24 Karat (1,000). — In dem kleinen erdigen Rückstande fanden sich an Salzen blofs einige Atome Kochsalz und kaum eine Spur von salzsaurem Kupfer. Nach dem Gewichtsverluste an Silber zu urtheilen, mufste 45½ Gran (2,233 Grammes) salzsaures Silber entstanden seyn; diese waren also völlig aus dem Tiegel mit den andern Dämpfen entwichen. An Salzsäure konnten diese nur 11½ Gran (0,565 Grammes) enthalten haben; die übrigen 13½ Denare (15,914 Grammes) Salzsäure, welche noch in dem zu diesem Versuche angewandten Kochsalze enthalten waren, mufsten also in einer andern Gestalt entwichen seyn, wahrscheinlich indem der Pflanzenkörper eine Zersetzung des Kochsalzes bewirkt hatte. Dafs aber auch volle 10 Denare (11,789 Grammes) Natron, welche das Kochsalz enthielt, sich verflüchtigt hatte, statt am Boden

des

des Gefäſses zurück zu bleiben, davon möchte es ſchwer ſeyn, die Urſache anzugeben *).

Es iſt, nach allem dieſen, gar nicht wahrſcheinlich, daſs die Münzer des Königs Philipp irgend einen Scheidungsproceſs dieſer Art, es ſey durch Cementirung oder durch Schmelzung, mit dem Golde vorgenommen haben. Denn ſie würden ganz reines Gold erhalten haben, ſo wie es ſpäter Darius begehrte; und ſollte es einmahl legirt werden, ſo würde man ſich dann nicht mit einer ſo geringen Legirung begnügt, auch wahrſcheinlich dazu nicht Silber genommen haben. Lieſs aber König Philipp das Gold ſo vermünzen, wie es ſich fand, ſo ſind wir gezwungen, zu ſchlieſsen, daſs ſich das Gold in der Natur in einer Feinheit von $23\frac{1}{2}$ Karat (0,979) gefunden habe.

Gediegenes feines Gold.

Viele zweifeln vielleicht daran, daſs das natürliche Gold in einem Zuſtande vorkommt, der dem der völligen Reinheit ſo nahe iſt. Zwar ſagt Strabo, das Gold in den noriſchen Alpen finde ſich ſchon rein; man kann aber dagegen Plinius anführen, der behauptet, es komme kein gediegenes Gold ohne Silbergehalt vor. Doch ich brauche mich nicht an den Meinungen anderer zu halten,

*) Das ſalzſaure Natron ſelbſt ſteigt in hoher Hitze in Dämpfen auf, und das Entweichen anderer elaſtiſchen Flüſſigkeiten befördert die Verdampfung, wie aus den Verſuchen Gay-Luſſac's (*Annalen*, XXVII, 147.) erhellt. *Gilbert.*

da ich Mittel in der Hand habe, alle Ungewifsheit hierüber zu zerftreuen.

Das reiche Naturalien-Kabinet unferes erften Königs, der ein grofser Freund diefer Sachen und in der Phyfik fehr bewandert war, hat eine Zeit lang unter meiner Auffìcht geftanden. Es waren darin viel Golderze; unter diefen fand ich zwei deutliche Kryftalle gediegenen Goldes, einen Würfel und eine vierfeitige Säule mit vier Flächen, als eine Piramide, zugefpitzt. Es wäre intereffant, zu wiffen, welche andere mit dem Golde verbundene Körper diefes Metall beftimmen konnten, fo verfchiedene Geftaltungen im Innern der Erde anzunehmen, welche gänzlich von der abweichen, die in unfern chemifchen Laboratorien beim Schmelzen und langfamen Erkalten des Goldes entftehen. Der Würfel ift fehr blafs; die Säule ift von tieferer Farbe; beide Kryftalle, die ich durch Zufall aus fehr vielen natürlichen Goldkörnern aufgefunden habe, find aber einzig in der ganzen Sammlung, und es konnte daher nicht die Rede davon feyn, fie einer Unterfuchung zu unterwerfen, durch die fie entftellt worden wären.

In diefer Sammlung fand fich als eine andere Zierde, ein grofses unförmliches Stück Gold aus Brafilien, welches der Prinz von Brafilien dem verftorbenen Könige von Hetrurien, noch als er ein Kind und Erbprinz von Parma war, zu Badajoz gefchenkt hatte. Es wiegt ungefähr 14 Pfund

(4753,14 Grammes) *), ein Stück davon nicht mitgerechnet, dessen Natur ich (durch die Güte des Apothekers des Königs, Johann Ulrici) auf der Kapelle und durch Scheidung bestimmt, und nach dem Auflösen in Königswasser, mit Eisenvitriol und Kali-haltenden-Salzen untersucht habe. Alle diese Operationen und Proben bewiesen, dass es sehr reines Gold war, 24 Karat (1,000) fein; war anders das Stück durchgehends gleichartig.

Dass es unter dem natürlichen Golde einiges von sehr geringem Gehalte giebt, daran zweifelt niemand. Ich bin jetzt überzeugt, dass das Gold in der Natur von allen Graden der Feinheit, bis zu völliger Feinheit, vorkommt **). Den Freunden der Mineralogie und des Alterthums dieses durch einige neue Thatsachen darzuthun, war der Zweck,

*) Nach Plinius nannten die Spanier solche Stücke, die über 10 Pfund wogen, *palacras* oder *palacranas;* nach andern sollen die kleinen Stücke *palas* genannt worden seyn, woher vielleicht der Name *pagliette* rührt. *F.*

**) Reaumur giebt in den *Mémoires de Paris* 1718. p. 87. folgende Feinheit von Waschgold an: das aus dem Flusse *Ceze* 18 Karat 8 Gran, aus der *Rhone* 20 Karat, aus dem *Rheine* 21¼ Karat, und aus der *Arriège* 22¼ Karat fein. Das Korn ist oft in demselben Stücke gediegenen Goldes bedeutend verschieden. Ein 56 Mark schweres Stück, das man in der Akademie gesehen hatte, war, nach ihm, an einer Stelle 23½ Karat fein, an einer andern 23 Karat, und an einer dritten 22 Karat. Das 63 Mark schwere Stück Gold des Pater Feuillée hatte ein Korn oben von 22 Karat 2 Gran, etwas tiefer herunter von 21 Karat ½ Gran, und zwei Zoll über der Grundfläche nur von 17 Kar. ½ Gr., das Karat zu 12 Gran nach deutscher Art gerechnet. Nach Hrn. De Luc (*Journ. de Phys.* t. 52. p. 205.) enthielten

den ich mir vorgesetzt hatte, als ich diese kleine Abhandlung schrieb.

die zu Wicklow in Irland gefundenen Stücke Goldes $\frac{1}{9}$ ihres Gewichts an Silber, sonst aber keine andere Beimischung. Während der Revolution erhielt mein Vater den Auftrag, die grosse Goldstufe der Akademie zu probiren; er nahm zwei Proben, und fand beide $23\frac{29}{32}$ Karat fein, welches der völligen Feinheit sehr nahe kommt. Man sieht hieraus, dass das gediegene Gold mit sehr verschiedenen Mengen Silbers verbunden vorkommt. Herr Fabbroni ist der erste, der dargethan hat, dass es sich in der Natur ganz rein findet; dieses ist eine wichtige Thatsache, doch hebt dieses eine Beispiel den durch so viel andere Fälle bewiesenen allgemeinen Satz nicht auf, dass das gediegene Gold eine Verbindung von Gold und Silber ist. Es würde von Interesse seyn, zu untersuchen, ob in den alten Goldmünzen Blei enthalten ist; denn daraus liesse sich am sichersten bestimmen, ob die Alten ihr Gold raffinirten, oder ob sie es so verarbeiteten, wie die Natur es ihnen gab. *d'Arcet.*

II.

DARSTELLUNG

seiner Untersuchungen über die irdische Strahlenbrechung, und über die sogenannte Luftspiegelung;

und was in dieser Materie noch zu thun ist;

von

H. W. Brandes zu Eckwarden;

in einem Schreiben an den Prof. Gilbert.

In dem Jahrgange 1804, Stück 6. (B. 19. S. 129.) dieser *Annalen* findet sich der ausführliche Bericht des Hrn. Dr. Brandes über die Beobachtungen, welche er vom 24. März bis 24. Oktober 1803 zu Eckwarden an der Jahde angestellt hat, um, wo möglich, die wunderbaren Anomalieen aufzuklären, welche sich in der Brechung der Lichtstrahlen zeigen, wenn diese von hohen und entlegenen irdischen Gegenständen zu dem Auge gelangen. Die Physiker haben dem Fleisse, womit diese Beobachtungen angestellt, und dem Scharfsinne, womit aus ihnen Resultate gezogen sind, Gerechtigkeit widerfahren lassen. Herr Brandes begnügte sich mit ihnen nicht; er sah sie nur als eine Vorbereitung zu vollkommenern Beobachtungen an. Diese führte er im folgenden Jahre aus (vergl. diese *Annalen*, J. 1804. St. 12.), und fügte ihnen im März 1805 eine wichtige Reihe von Beobachtungen, mit beständiger Beziehung auf die Temperatur, hinzu, welche die Luft zu derselben Zeit in 16½ und in 4 F. Höhe über der Erdfläche

hatte (Jahrg. 1805. St. 4.). Erst diese musterhaften Reihen von Beobachtungen, deren Zahl auf 1500 stieg, führten Herrn Brandes zu ganz bestimmten Resultaten, und befriedigten ihn auch in Beziehung auf das Höhenmessen völlig (Jahrg. 1806. St. 8.). Da die Bearbeitung derselben für diese Annalen zu weitläufig wurde, entschloss er sich, sie in einem eigenen Werkchen bekannt zu machen, welches vor einigen Jahren erschienen ist: *Beobachtungen über die Strahlenbrechung, und empirische Resultate aus denselben, von* Brandes. *Oldenburg, bei Schulze.* 1807. 8. Diese Beobachtungen und dieses Werk sind es, über die Hr. Dr. Brandes in dem folgenden Briefe, den er mir schrieb, eine lehrreiche Uebersicht giebt; sie ergänzt die schon in den Annalen enthaltenen Notizen von seiner Arbeit, und wird den Physiker und den praktischen Geometer in mehr als einer Hinsicht interessiren. Herr Brandes hat mehrmahls den Wunsch geäussert, noch eine ausgedehntere Reihe gleichzeitiger Beobachtungen der irdischen Strahlenbrechung und der Lufttemperatur in verschiedenen Höhen anstellen zu können; bloss der Mangel eines Gehülfen und einiger Instrumente hindert ihn daran. Dieses Hinderniss ist mit so wenigem Aufwande zu beseitigen, dass ich hoffen darf, durch diese Zeilen die Veranlassung zu geben, dass die schon so weit geführten Beobachtungen, welche sich nicht überall anstellen lassen, zum allgemeinen Gewinn der Wissenschaft ganz zu Ende gebracht werden. Wenigstens schiene es mir dem Zwecke und den Mitteln mancher der grösseren naturforschenden Gesellschaften zu entsprechen, dem geübten und scharfsinnigen Beobachter aus eigenem Antriebe und freiem Entschlusse hierzu die Mittel zu verschaffen.

Gilbert.

Eckwarden, 11. Dec. 1809.

Ihr letzter Brief, mein verehrungswürdiger Freund, enthält über meine Beobachtungen der Refraction eine Aeuſserung, welche mich hoffen läſst, daſs Sie einem kleinen Berichte über dieſe Beobachtungen und den Inhalt meines Werkes einen Platz in Ihren Annalen nicht verſagen werden. Ich habe einige Bemerkungen über dasjenige angehängt, was durch künftige Beobachtungen noch näher beſtimmt werden müſste.

Der Zweck dieſer Beobachtungen ging zuerſt dahin, dreierlei zu finden: nämlich 1) die Geſetze, nach welchen die ſcheinbare Höhe gleich entfernter, aber ungleich hoher, Gegenſtände ſich ändert, wenn man ſie aus einerlei Standpunkt betrachtet; 2) die Geſetze, nach welchen ſich die ſcheinbare Höhe gleich hoher, aber ungleich entfernter, Gegenſtände richtet; und 3) die Regel, wie die ſcheinbare Höhe *deſſelben* Gegenſtandes ſich ändert, wenn man ihn aus zwei bloſs an Höhe verſchiedenen Standpunkten beobachtet. Hierzu kam in der Folge noch 4) die Unterſuchung, wie die ſcheinbare Höhe eines Gegenſtandes ſich ändert, wenn die obere Luft wärmer oder kälter als die untere iſt.

Warum meine frühern Beobachtungen, wo der Lichtſtrahl über eine Waſſerfläche ging, keine deutlichen Reſultate gaben, darüber habe ich mich in dem Buche umſtändlicher erklärt, und auch die einzelnen merkwürdigen Folgerungen, die ſich bei dieſen Beobachtungen fanden, angeführt. Von

den letztern will ich hier nur eine besonders auffallende erwähnen. Unter jenen ersten Beobachtungen waren mehrere auf eine 62000 par. Fuss entfernte Kirche, aus Standpunkten, die 14 Fuss an Höhe verschieden waren, gerichtet, und dieser Gegenstand hätte also bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen alle Mahl im untern Standpunkte um 45″ höher als im obern erscheinen sollen. Dieses war aber keinesweges der Fall; vielmehr änderte sich dieser Unterschied so sehr, dass er zuweilen beinahe das Sechsfache betrug, zuweilen aber verschwand, und sogar negativ wurde, indem die Kirche unten weniger über dem Horizonte erhoben schien, als in dem höhern Standpunkte. Wer also die Entfernung jenes Gegenstandes aus den auf dieser vertikalen Standlinie beobachteten Höhenwinkeln hätte bestimmen wollen, hätte nicht nur zu gewissen Zeiten diese Entfernung um $\frac{4}{5}$ zu klein bestimmt, sondern er würde zu anderer Zeit ganz verlegen geworden seyn, da die von demselben Gegenstande kommenden Lichtstrahlen merklich divergirten, statt zu convergiren.

Die Beschreibung der Beobachtungen übergehe ich hier. In dem *ersten Abschnitte* meines Buches findet man sie vollständig, und zugleich die ganze Reihe aller Beobachtungen, deren Mittheilung dort nöthig war, um den Leser in den Stand zu setzen, über die Richtigkeit der Folgerungen, welche ich aus ihnen gezogen habe, selbst zu urtheilen. Der *zweite Abschnitt* enthält diese Resultate, und von

ihnen will ich hier das Wichtigſte in der Ordnung, welche die dortigen 5 Abtheilungen angeben, mittheilen.

1. Wenn man die ſcheinbare Höhe einiger Gegenſtände auf der Erde öfters beobachtet, und zugleich die Wärme der Luft jedes Mahl in verſchiedenen Höhen unterſucht, ſo findet man ganz allgemein, daſs die ſcheinbare Höhe jedes Gegenſtandes deſto gröſser iſt, je wärmer die höhern Luftſchichten in Vergleichung der niedrigern ſind. Bei meinen Beobachtungen änderte ſich der Unterſchied der Temperatur in Höhen, die nur $12\frac{1}{2}$ par. Fuſs verſchieden waren (nämlich 4 und $16\frac{1}{2}$ Fuſs über der Erdfläche), von $-\frac{3}{4}$ bis $+1\frac{5}{8}$ Grad der 80theiligen Scale, und zwar ſo, daſs in den wärmſten Stunden des Tages ein negativer Unterſchied Statt fand, oder die Wärme in der Nähe der Erde am gröſsten war, indeſs in den Morgenſtunden und ganz vorzüglich Abends, kurz nach Sonnenuntergang, an ſtillen Tagen, die Luft in der Höhe bedeutend, zuweilen über $1\frac{1}{2}$ Grad, wärmer als unten war. Mit dieſer verſchiedenen Wärmedifferenz gehörte nun auch alle Mahl eine beſtimmte ſcheinbare Höhe der beobachteten Gegenſtände zuſammen, und dieſe war immer deſto gröſser, je mehr die Temperatur in der Höhe die untere Wärme überwog. Zwar fanden ſich zwiſchen den Beobachtungen kleine Abweichungen, wie ſich das hier, wo es auf Kleinigkeiten beſonders bei den Thermometer-Beobachtungen ankam,

auch nicht anders erwarten liefs; aber die Uebereinftimmung unter den Beobachtungen war wenigftens hinreichend, um bei der grofsen Anzahl derfelben aus ihnen genau zu beftimmen, welche fcheinbare Höhe der beobachteten Gegenftände jeder beftimmten Wärmedifferenz entfpricht, und fo eine vollftändige Reihe der gegenfeitig correfpondirenden Werthe diefer beiden Gröfsen anzugeben. Diefe reguläre Reihe, welche fich in der Mitte zwifchen den Abweichungen hält, die aus Beobachtungsfehlern oder zufälligen Irregularitäten entfpringen, kann als das wahre Refultat der Beobachtungen angefehen werden. Sie zeigte, dafs bei gleichförmigem Wachfen des Wärme-Unterfchiedes die fcheinbare Höhe eines Gegenftandes nicht gleichförmig wuchs, fondern dafs bei gleichem Wachfen der Wärmedifferenz die fcheinbare Höhe fich am fchnellften änderte, wenn diefe Differenz + ½ Grad betrug. Bei einem Gegenftande, der 28050 par. Fufs entfernt war, betrug fo z. B. die fcheinbare Höhe 3′ 45″, als die Luft in 16½ Fufs Höhe um ⅝ Gr. kälter war, als in 4 F. Höhe; diefer Gegenftand erhob fich um 16″, während diefe Wärmedifferenz um ⅛ Gr. abnahm; und die fcheinbare Höhe deffelben änderte fich um 25″, als fich die Wärmedifferenz von + ⅜ bis + ½ vermehrte, als nämlich die obere Luft die untere an Wärme übertraf. Eben diefe Aenderung betrug nur 18″, als die Wärmedifferenz von + 1⅜ bis + 1½ Grade zunahm. Die Urfache diefer Ungleichheit fcheint

in dem Gesetze zu liegen, welches die Wärmeabnahme in grossen Höhen befolgt, worüber aber fortgesetzte Beobachtungen, welche sich bis zu grössern Höhen erstrecken müssen, noch vollständigere Aufklärung geben werden.

Die Beobachtungen leiteten nun auch zu Schlüssen über die *wahre* Höhe der beobachteten Gegenstände, indem sich aus ihnen der Zeitpunkt bestimmen liess, wo die Lichtstrahlen geradlinig fortgingen. Auch die Tageszeit, zu welcher man die Gegenstände am meisten in ihrer natürlichen Höhe sieht, liess sich nun angeben, so dass die Resultate dieser Beobachtungen schon für sich allein für das Nivelliren sehr interessant seyn würden.

2. Unter den 11 Gegenständen, worauf die Hauptreihe der Beobachtungen gerichtet war, fanden sich mehrere, welche eine gleiche Entfernung, aber eine ungleiche scheinbare Höhe, hatten; aus ihnen liess sich also bestimmen, wie die nach vertikaler Richtung genommene scheinbare Grösse desselben Gegenstandes sich ändert, wenn er bei verschiedenem Zustande der Luft mehr oder minder über die Horizontallinie erhoben scheint. Dass mit grösserer Erhebung die scheinbare Grösse (nämlich immer bloss nach vertikaler Richtung gerechnet) abnimmt, hat man schon sonst bemerkt; diese Aenderung betrug bei einem 10000 Fuss entfernten Gegenstande, dessen Mitte bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen etwa $5\frac{1}{3}$ Min. über

dem Horizonte erschien, $\frac{1}{10}$ der ganzen Gröfse und bei entferntern Gegenständen noch mehr. Es kam jetzt darauf an, das Gesetz dieser Aenderungen zu bestimmen. Meine Beobachtungen zeigen, dafs die scheinbare Gröfse nicht gleichförmig abnimmt, wenn die obere Seite des Gegenstandes gleichförmig in die Höhe zu rücken scheint; sondern dafs die Abnahme der scheinbaren Gröfse gerade dann am stärksten ist, wenn die Lichtstrahlen geradlinig fortgehen. Dieses wird durch alle Beobachtungen deutlich bestätigt.

3. Da die ungleich entfernten Gegenstände nicht alle gleich hoch erschienen, so liefsen sich die Beobachtungen nicht unmittelbar mit einander vergleichen, sondern man mufste zuvor zu bestimmen suchen, wie jedes Mahl Gegenstände in eben diesen Entfernungen erscheinen würden, wenn sie bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen gleiche scheinbare Höhen hätten. Hierzu gaben die vorigen Beobachtungen Mittel an die Hand, weil nicht blofs durch sie bestimmt war, wie *zwei* ungleich hohe und gleich entfernte Objecte ihre scheinbaren Höhen gleichzeitig änderten, sondern auch, wie diese Aenderungen sich bei mehreren verhielten. Es war nämlich bei dieser Untersuchung nicht genug, zu wissen, wie sich die scheinbare Gröfse eines Gegenstandes ändert, dessen Grenzen bei geradlinigem Fortgange der Strahlen, zum Beispiel, 2 Min. und 8 Min. hoch erscheinen, sondern man mufste auch wissen, wie die obere Hälfte dieses Ge-

genſtandes in Vergleichung gegen die untere, das obere Viertel in Vergleichung mit dem untern, u. ſ. w., ſeine ſcheinbare Gröſse änderte. Dieſes in gröſster Vollkommenheit zu leiſten, reichten zwar die Beobachtungen nicht hin, ſie gaben aber doch ſchon eine Regel an, die wenigſtens weit genauer war, als es geweſen wäre, wenn man die Abnahme der ſcheinbaren Gröſsen gleichförmig über alle Theile vertheilt hätte, und die gewiſs nur ſehr wenig von der Wahrheit abweichen konnte. Mit Hülfe dieſer Beobachtungen lieſs ſich durch eine Art von Interpolation beſtimmen, wie z. B. ein Gegenſtand in 9800 Fuſs Entfernung, der im Normalzuſtande (bei geradlinigem Fortgange der Lichtſtrahlen) 4′ 55″ hoch erſchienen wäre, bei jeder Reihe von Beobachtungen hätte erſcheinen müſſen, und dieſes Reſultat mit denjenigen Höhen vergleichen, welche an einem 27600 Fuſs entfernten Gegenſtande wirklich beobachtet wurden, deſſen Höhe im Normalzuſtande 4′ 55″ betrug. Wie genau man ſich auf die berechneten Höhen jener fingirten Gegenſtände verlaſſen kann; ferner, mit welcher Sorgfalt ich alle kleinen Correctionen wegen ungleicher Höhe des Auges u. ſ. w. in Rechnung gebracht habe, — darüber muſs man das Buch ſelbſt nachſehen.

Die Vergleichung der Höhen dieſer Gegenſtände, die im Normalzuſtande gleich hoch erſchienen, ergab nun, daſs bei gleichförmig zunehmender Höhe des entferntern Gegenſtandes der nähere

sich ungleichförmig und dann am schnellsten erhebt, wenn der Lichtstrahl gerade fortgeht; eine Erfahrung, deren Grund ich deutlich erklärt zu haben glaube. Diese Ungleichförmigkeit ist bei niedrigen Gegenständen am bedeutendsten, und wird bei sehr hohen Gegenständen unmerklich, indem bei diesen die Variationen ein ziemlich beständiges Verhältniss unter sich behalten, welches mit dem Verhältnisse der Quadratwurzeln aus den Entfernungen fast ganz genau übereinstimmt.

Ich habe die Beweise für diese Behauptungen in diesem Abschnitte vollständig aus einander gesetzt, und man findet zugleich die correspondirenden Höhen mehrerer ungleich entfernter Gegenstände von grösserer und geringerer Höhe hier tabellarisch so aufgeführt, wie sie vermittelst möglichst einfacher Schlüsse aus den Beobachtungen folgen.

4. Nach diesen Vorbereitungen war es nun möglich, auf die allgemeine Beantwortung der Frage zu kommen, wie hoch ein Gegenstand von bekannter Entfernung wirklich sey, wenn er sich zu einer Zeit, da man auch die scheinbare Höhe eines in aller Rücksicht genau bekannten Gegenstandes bestimmt hat, unter einem gegebenen Höhenwinkel zeigt. — Diese Frage würde beantwortet seyn, wenn man bestimmen könnte, wie der unbekannte Gegenstand erscheinen muss, wenn die Lichtstrahlen gerade fortgehen. Da die vorigen Beobachtungen Anleitung geben, aus der jetzigen scheinbaren Höhe des völlig bekannten Gegenstandes, dessen Ent-

fernung $= A$ seyn mag, die wahre Höhe eines eben so entfernten Gegenstandes zu bestimmen, welcher jetzt mit dem andern Gegenstande gleich hoch erschiene, so kann man nun auch die wahre Höhe dieses unbekannten Gegenstandes, dessen Entfernung $= B$ seyn mag, angeben. Wir dürfen nämlich die dem Normalzustande entsprechende scheinbare Höhe jenes erdichteten Gegenstandes in der Entfernung $= A$, als bekannt annehmen; ich setze sie $= a$. Die jetzige Höhe sey $= b$, der jetzigen Höhe des unbekannten Gegenstandes gleich. Obgleich nun die Variationen der Höhen ungleich entfernter Gegenstände nicht genau in beständigem Verhältnisse stehen, so kann man doch zur ersten Annäherung ein solches beständiges Verhältniss, welches dem der Quadratwurzeln aus den Entfernungen gleich ist, annehmen, und also setzen: während der Gegenstand in der Entfernung $= A$ seine scheinbare Höhe um $b - a$ ändert, ändere der Gegenstand in der Entfernung $= B$ seine Höhe um $b - x$, und es sey $b - x : b - a = \sqrt{B} : \sqrt{A}$, also im Normalzustande die scheinbare Höhe des unbekannten Gegenstandes $= x = b - (b - a) \sqrt{\frac{B}{A}}$. Es hätten sich aus meinen Beobachtungen vielleicht noch genauere Correctionen dieses Werthes ableiten lassen, aber theils wollte ich absichtlich nicht zu weit über die Beobachtungen hinaus gehen, theils habe ich auch gezeigt, dass man aus etwas vollständigern Beobachtungen, so wie ich sie vor mir hatte, ohne weitere Correction schon sehr genaue Höhen-

bestimmungen ableiten könne. Ich habe die Rechnung hier etwas anders dargestellt, als in meinem Buche, weil die dortige Darstellung sich ganz auf Beispiele an Zahlen bezieht, die ich hier nicht anführen und erklären konnte. Die dortige Berechnung ist zuverlässiger, aber die hier mitgetheilte wird hinreichen, um zu zeigen, daſs man wirklich zu der Beantwortung der vorhin aufgestellten Frage gelangen kann.

5. Das Bisherige betraf alles die wichtigsten und vollständigsten Reihen meiner Beobachtungen; die fünfte Abtheilung enthält eine nur kurze Zusammenstellung derjenigen Beobachtungen, welche von ungleich hohen Standpunkten auf *einerlei* Gegenstand gerichtet waren. Diese wenig vollständigen Beobachtungen zeigten doch so viel deutlich, daſs bei gleichen Variationen der im höhern Standpunkte beobachteten scheinbaren Höhe, die unten beobachtete Höhe bei einem gewissen mittlern Zustande, oder, wie ich wohl bestimmt sagen darf, bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen, am schnellsten zunahm. Diese Erfahrung stimmt völlig mit der überein, die ich in Nr. 2. angeführt habe.

Von dem Inhalte des *dritten Abschnittes* meines Buchs kann ich hier nicht wohl einen vollständigen Abriſs geben, da ich sonst ganze Stücke abschreiben müſste, und doch nur denjenigen Lesern verständlich seyn würde, welche sich der zu erklärenden Phänomene genau erinnern. Dieser Abschnitt betrifft die Erscheinungen, die schon länger

ger unter dem Namen von *Spiegelungen* bekannt sind, und enthält eine physische Theorie derselben, oder eine specielle Erklärung der Ursachen, warum alle Umstände dabei gerade so sich verhalten; — eine mathematische Theorie müsste nun noch in Zahlen angeben, wie mit dem jedesmahligen Zustande der Luft gerade diese bestimmte Bahn der Lichtstrahlen zusammen gehört.

In Rücksicht der *Spiegelung unterwärts* zeigen auch meine Beobachtungen, dass sie durch starke Erwärmung des Bodens und die damit verbundene Verdünnung der Luft, nahe an der Erde, hervor gebracht wird. Ich habe deutlich nachgewiesen, warum das eine Bild umgekehrt erscheint, nämlich weil der Scheitel der von niedrigen Punkten zum Auge gelangenden Strahlen höher liegt, als es für höhere Punkte der Fall ist; ferner, warum nur Gegenstände, die eine gewisse Höhe nicht übertreffen, gespiegelt erscheinen, nämlich weil für höhere Gegenstände der Scheitel des Strahls unterhalb der Erdfläche liegen würde; auch, wie die Grenze der an einander stoßenden Bilder durch ein gewisses Maximum, welches die Richtung der Lichtstrahlen nicht überschreitet, bestimmt wird; wie dieses alles bei verändertem Zustande des Luftkreises sich ändert, u. s. w.

Die Erklärung der Erscheinungen, welche die *Spiegelung oberwärts* darbietet, hat mehr Schwierigkeit. Offenbar rührt sie davon her, dass in einer gewissen Luftschicht die Dichtigkeit mit der

wachsenden Höhe äufserst schnell abnimmt, höher hinauf aber weniger schnell. Die Beobachtungen zeigen, daſs fast nie diese Schicht eine groſse horizontale Ausdehnung hat, da man die Spiegelung oberwärts immer nur an einzelnen Gegenständen, und nicht an allen, die in Rücksicht der Entfernung und Höhe eben so geschickt dazu wären, bemerkt. Man kann daher die Angaben der Beobachtungen nicht ohne weitere Prüfung als einfache Erscheinungen bei der Erklärung zum Grunde legen, sondern muſs zuerst untersuchen, wie das Phänomen sich zeigen müſste, wenn sich jene passende Constitution der Atmosphäre über die ganze Gegend erstreckte, durch welche Lichtstrahlen zu uns gelangen. Die Beobachtungen selbst geben uns hierzu Data genug, und lassen uns auch die Ursachen muthmaſsen, warum die Erscheinung sich so oft verstümmelt zeigt. Eine genaue Betrachtung der Umstände, welche diese Spiegelung fast unstreitig bewirken, zeigt, daſs man eigentlich dann immer drei vollständige Bilder und in dem höchsten alle Mahl die Spitzen der Gegenstände sehen sollte, wenn die gleichen Umstände nicht bloſs in einer beschränkten Gegend Statt fänden. Auch hier lassen sich über die Grenzen der Bilder, über die Ursache, warum das eine umgekehrt erscheint, und warum von gewissen Punkten keine Lichtstrahlen ins Auge kommen, ganz ähnliche Betrachtungen anstellen, wie bei der Spiegelung unterwärts.

Mit dieser Spiegelung scheint mir noch immer (was man auch dagegen sagen mag) die *Fata Mor-*

gana verwandt zu seyn. Sie scheint mir eine *veränderliche* Spiegelung zu seyn, die in einem Augenblicke vielleicht in demselben Punkte des Horizonts einen Gegenstand zeigt, der Meilen weit hinter dem liegt, welchen man im nächst vorhergehenden Augenblicke sah. Wäre dieses, so könnte ein Beobachter in den Gegenden Italiens, wo sich diese Erscheinung zeigt, der Sache nicht besser auf den Grund kommen, als wenn er sich durch zwei feste Signale eine Richtung ganz genau bemerkte, und nun, so oft die Erscheinung sich zeigte, bloss auf diesen einzigen Punkt des Horizonts seine Aufmerksamkeit richtete; dann müsste es sich doch zeigen, ob nicht die hier vorkommenden Erscheinungen zu den Originalen passten, die gerade nach dieser Richtung liegen. Freilich könnte auch dann noch, wegen der Mannigfaltigkeit der Gegenstände, die hinter einander in einerlei Richtung liegen, sich mancherlei zeigen; aber gewiss würde man bei solchen Beobachtungen doch eher zu einer Erklärung gelangen, als durch die Beschreibung von Feenschlössern und andern Herrlichkeiten, die gewiss nur die Fantasie sah, und nicht das Auge.

* * *

Dieses sind die Resultate derjenigen Untersuchungen und Beobachtungen, die ich bis jetzt angestellt und bekannt gemacht habe. Erlauben Sie mir nun, noch etwas von dem zu erwähnen, *was noch durch künftige Beobachtungen ausgemacht werden muss.*

Einer der wichtigsten Punkte ist die nähere Kenntniss der *Wärmescale* für grössere Höhen, die, wo möglich, bis 100 Fuss gehen müssten. Diese Wärmescale ist zwar von Stunde zu Stunde veränderlich, und die theoretische Untersuchung wird sich nicht für jede dieser Scalen anstellen lassen, aber man wird doch eine Menge Data erhalten, um die mit jeder Wärmescale zusammen gehörige Refraction zu bestimmen. Diese Beobachtungen lassen sich durch *einen* Beobachter allein nicht ausführen, da einer an den Thermometern und ein anderer an den Refractionen genug Arbeit hat, wenn die Beobachtungen bei schnellen Aenderungen der Refraction gleichzeitig seyn sollen.

Ein zweiter Gegenstand, der eine grosse Reihe recht genauer Beobachtungen fordert, ist die *Aenderung der scheinbaren Grösse* mehrerer gleich entfernter, aber ungleich über dem Horizonte erhabener, Gegenstände; wie nämlich diese Gegenstände, die ich im Normalzustande alle 1 Min. gross annehmen will, ihre scheinbare Grösse gleichzeitig ändern, wenn sie so liegen, dass der eine nur 1 Min., der zweite 3 Min., der dritte 5 Min. u. s. w. im Normalzustande über dem Horizonte erscheinet. Die Regel, welche ich nach meinen Beobachtungen hierfür festgesetzt habe, giebt zwar schon erhebliche Genauigkeit, aber für völlige Uebereinstimmung mit der Natur läst sich noch nicht bürgen.

Mit Hülfe solcher Beobachtungen würde das, was ich über gleichzeitig hohe, ungleich entfernte,

aber bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen gleich hoch erscheinende Gegenstände schon beobachtet habe, einen hohen Grad von Vollkommenheit erreichen. Wichtig aber wäre es dann noch, die *Krümmung* des Lichtstrahls bei kleinern Entfernungen ganz genau zu untersuchen, z. B. wenn ein beobachteter Gegenstand 4000 Fuss entfernt wäre; und Signale auf 2000, 1500, 1000, und 500 Fuss zu setzen, und zu beobachten, wie die Spitzen dieser Signale sich gleichzeitig zeigen. Schon in meinen vorigen Beobachtungen war eine Krümmung des Strahls auf 1000 Fuss Entfernung merklich, die aber in Ermangelung vollständiger Beobachtungen sich bloss entdecken, aber nicht genau bestimmen liess. (Ich habe in dem Buche hierüber etwas gesagt.) Vollständige Beobachtungen würden uns in den Stand setzen, statt der beobachteten Sehne des Strahls seine Tangente, die man eigentlich haben will, zu bestimmen; — ein wichtiger Umstand, auf den Hr. Dr. Olbers mich zuerst aufmerksam gemacht hat.

Noch eine andere Reihe von Beobachtungen scheint mir wichtig zu seyn. Da die Wärme ganz nahe an der Erde, in Höhen, die wenig verschieden sind, oft so sehr merklich ungleich ist, so kann schon eine Aenderung von 1 oder 2 Fuss in der Höhe des Auges die scheinbaren Höhen ganz merklich afficiren. Einige Beobachtungen, die zu isolirt stehen, um allein etwas zu entscheiden, deuten sehr bestimmt hierauf hin. Es wäre daher interessant, ein Mahl einerlei Gegenstände, wozu

ziemlich nahe am paſſendſten wären, ſo zu beobachten, daſs bei geradlinigem Fortgange der Lichtſtrahlen das Auge ſich etwa ein Mahl in 5 Fuſs, das andere Mahl in 2 Fuſs Höhe befände.

Die Vervollkommnung der oben in Nr. 5. erwähnten Beobachtungen gäbe noch auſser dem eine neue nothwendige Reihe von Beobachtungen.

Endlich müſste man dann noch, um über die wahre Höhe der Gegenſtände gar keinen Zweifel übrig zu laſſen, ein ganz genaues Nivellement bis zu jedem derſelben anſtellen.

Dieſes ſind in Kurzem die Projecte zu ein Paar tauſend neuen Beobachtungen, die ich gern anſtellte, wenn es mir nur nicht an manchen Erforderniſſen, beſonders an einem Gehülfen und an Inſtrumenten, fehlte.

Von Rechts wegen ſollte man auch über die Bahn derjenigen Lichtſtrahlen, welche die Spiegelung unterwärts bewirken, noch genauere Beobachtungen anſtellen; aber da mit dieſer Spiegelung bei Gegenſtänden, die man über eine Erdfläche hin ſieht, faſt ohne Ausnahme ein heftiges Zittern der Gegenſtände verbunden iſt, ſo glaube ich kaum, daſs ſich darüber etwas Genaues beobachten läſst.

Noch weniger laſſen ſich Beobachtungen über die Bahn der Strahlen bei der Spiegelung oberwärts anſtellen, weil dieſe ſo ſelten iſt, und in Rückſicht der Gegenſtände, an denen ſie ſich zeigt, ſo ungewiſs, daſs man darauf gar keine Anſtalten im Voraus machen kann; und während ihrer kur-

zen Dauer ist dieses noch unmöglicher. Höchst interessant, aber schwerlich ausführbar, wäre es, zu der Zeit, da diese Spiegelung Statt findet, die Wärme der Luft in grossen und verschiedenen Höhen zu beobachten, um den Punkt zu finden, wo die Dichtigkeit so sehr schnell abnimmt. Theils würde dieses für die Entwickelung der Theorie von Wichtigkeit seyn, theils auch uns vielleicht zur Kenntniss der wichtigen meteorologischen Processe helfen, die in diesem warmen Laboratorio (denn Wärme scheint doch die Hauptrolle bei allen Variationen der Refraction zu spielen) vorbereitet werden, und gewöhnlich kurz nachher in Sturm und Ungewitter uns ihre Wichtigkeit darthun.

Ueber die Morgana wünschte ich sehr, etwas Vollständigeres zu erfahren. Sollte nicht durch Hrn. Piazzi oder andere italienische Astronomen und Physiker, vielleicht auch besonders durch Hrn. Volta, obgleich dessen Wohnort schon zu entfernt von Calabrien ist, über diese Erscheinung Nachricht zu erhalten seyn? — Allem, was ich bis jetzt von Beschreibung dieser Phänomene kenne, scheint ganz der philosophische Geist zu fehlen, welcher nöthig ist, um gerade das Rechte zu treffen, und aus dem Chaos von zerstreuenden Nebendingen nur den Hauptpunkt hervor zu heben.

Aber es ist Zeit, dass ich aufhöre, um Sie nicht ganz zu ermüden.

Ihr

H. W. Brandes.

III.

HYDRAULISCHE UNTERSUCHUNGEN *über die Friction des Waſſers in cylindriſchen Röhren;* in einer Folge mehrerer Aufſätze,

vom
Berg-Commiſſionsrath Busse,
Prof. d. Math. u. Phyſ. an d. Bergakad. zu Freiberg.

1. *Verſuche, um zwiſchen Cohäſion und Attraction zu unterſcheiden.*

Man nehme zwei Platten von Marmor, Meſſing, oder einem andern gut polirbaren Metalle, jede leicht genug, um ſie ohne alle Anſtrengung, folglich ſehr ſanft und ſtetig mit der Hand bewegen, und während der Bewegung noch ſehr leiſe fühlen zu können. Man nähere langſam ihre polirten Flächen einander, und trenne ſie wieder, oder verſchiebe ſie an einander. Mögen wir noch ſo gewiſs ſeyn, daſs die Flächen trocken ſind, es kommt uns dennoch ſo vor, als ob ſie mit einer Fettigkeit beſchmiert wären; und ſo muſs es uns vorkommen. Denn wenn man Butter oder andere ähnliche Fettigkeit ſchmiert, ſo hat man die *vielen kleinen* Cohäſionen der vielen Körperchen, welche von *einander getrennt* werden, zu überwinden; und bei jener Trennung oder Verſchiebung der

Platten, in den vielen Punkten, wo sie einander berühren, hat man es eben so mit ihren eben so vielen und kleinen Cohäsionskräften zu thun.

Werden die Platten nur *längs* einander *verschoben*, so hat man *lediglich* die Cohäsionen zu überwinden; man muss nämlich diejenigen Theile der Platten, die einander berührten, sämmtlich von einander trennen. Die Attractionen aber (oder die für unsere Hand noch merklichen *Anziehungen auch* zwischen den *etwas entfernteren* Theilen der beiden Platten) müssen in diesem Falle durch ihren gleichen Zug und Gegenzug, von denen jener der Bewegung gemäss, dieser ihr entgegen gesetzt gerichtet ist, sich einander *ziemlich* aufheben, von den wenigen Theilen der Platten abgesehen, welche an den äussersten Enden der Bewegung sich von einander einseitig entfernen, ohne dass auch eine gegenseitige Näherung mit andern Theilen dabei Statt findet. Wenn man dagegen die beiden Platten nach entgegen gesetzten, ihnen selbst normalen Richtungen von einander entfernt, so hat man, ausser jenen Cohäsionen, auch die eben genannten Attractionen sämmtlich vermittelst der Hand zu überwinden.

Auf den sehr merklichen Unterschied des Widerstandes, den man in dem einen und in dem andern Falle empfindet, pflege ich schon seit 20 Jahren in meinem mündlichen Unterrichte über Physik aufmerksam zu machen. Vor einigen Jahren liess ich zwei metallene Scheiben (die, wenn

ſie mit warmen Fett beſchmiert werden, ſehr ſtark an einander hängen) dergeſtalt zurichten, daſs man ſie *nicht nur*, wie es bei ſolchen Verſuchen bisher ſchon gewöhnlich war, nach den ihnen *normalen* Richtungen, ſondern auch nach den ihnen *parallelen* Richtungen von einander ziehen, und die dazu nöthigen Kräfte, vermittelſt der Wage, durch Gewichte meſſen könnte. Natürlich müſſen, um zu etwas zuverläſſigen mittlern Gröſsen zu gelangen, die Platten viele Mahle, immerfort unter einerlei Temperatur, beſchmiert werden und erkalten, auch muſs man ſie nach dem Beſchmieren jedes Mahl mit einem gleich ſtarken Drucke an einander preſſen. Es geht ins Groſse, wie ſehr das Aneinanderhangen mit dieſem Andrücken zunimmt. Zwei meſſingene Platten von etwa 5 Quadratzollen mit Waſſer benetzt, und nur ſehr ſchwach an einander gedrückt, wurden durch etwa 10 Pfund aus einander geriſſen. Nachdem ich ſie zwiſchen dem Daumen und den übrigen Fingern ſtark an einander gedrückt hatte, waren über 25 Pfund dazu nöthig.

Andere immerfort mir neu entſtehende Unterſuchungen haben mich noch nicht dazu kommen laſſen, eine hinreichende Menge der vorhin erwähnten Verſuche anzuſtellen. Auch bedachte ich bald, daſs es namentlich für gewiſſe hydrauliſche Bewegungshinderniſſe, die man in der Kürze *Friction* zu nennen pflegt, von vorzüglicher Wichtigkeit ſey, über den Unterſchied derjenigen Co-

häſions- und Attractions-Gröſsen gewiſs zu werden, welche *Waſſer* in der Berührung mit feſten Körpern, in deren Nähe, beweiſet. Es wäre wohl zu wünſchen, daſs mehrere Phyſiker auf ſchickliche Verſuche hierüber dächten; wie ich ſelbſt es zu thun Willens bin *). Was man zu wiſſen bedürfe, wird aus der Abhandlung abzunehmen ſeyn, die ich hier unmittelbar auf die gegenwärtige folgen laſſe.

Uebrigens entgeht es mir nicht, daſs es ungewiſs iſt, ob zwei ſolide Elementartheilchen in mathematiſcher Strenge, nämlich ſo, daſs ihre Entfernung ein völliges Nichts ſey, einander berühren können oder nicht **); daſs nach einiger *Wahrſcheinlichkeit*, Cohäſionskraft und Attractions-

*) Ich muſs hierbei bemerken, daſs gegenwärtiger Auſſatz ſich ſchon ſeit einigen Monathen in meinen Händen befindet, und daſs zu der Zeit, als ich ihn erhielt, Heft 9 des vorigen Jahrgangs dieſer *Annalen*, worin der Anfang der Unterſuchungen des Hrn. La Place über die Kraft enthalten iſt, welche in den Haarröhren und bei ähnlichen Erſcheinungen wirkt, dem Hrn. Verf. noch nicht konnte zu Geſicht gekommen ſeyn. Herr Buſſe wird unſtreitig, wenn er die ſcharfſinnigen Forſchungen des Herrn La Plaçe durchdacht und geprüft haben wird, ſich ſelbſt darüber erklären, in wie weit durch ſie der Wunſch, welchen er hier äuſsert, erfüllt worden iſt, und in wie fern ſeine Gedanken über Cohäſion und Attraction mit den Reſultaten überein ſtimmen, die Hr. La Place aus der Theorie, die er uns gegeben, gezogen hat: mir ſcheinen ſie ihnen nicht entgegen zu ſeyn. *Gilbert.*

**) Die Einwendung gegen die *wirkliche* Berührung, daſs dabei die Cohäſionskraft unendlich groſs werden müſste, hält nicht Stich. Mag immerhin die Cohäſionskraft *K* den

kraft einerlei, beides dieselbe Function der Entfernung ist, und dergleichen mehr. Aber selbst auch, wenn man das Einerlei dieser Function zugesteht, so kann man dennoch darthun, dass beider Widerstand gegen verschiedene Bewegungsrichtungen in sehr verschiedener Grösse wirken muss, wenn man nur annimmt (welches eben so viel Wahrscheinlichkeit hat), dass selbst die dichtesten Körper, die wir kennen, nur einen kleinen Theil des Raumes wirklich ausfüllen, den sie auszufüllen scheinen, wodurch denn das vorher von mir Hinzugefügte *ziemlich* erklärt wird. Sogar auch gegen das eben gebrauchte Wort der Ausfüllung können wieder Einwendungen gemacht werden; mit vieler Mühe hätte ich mich indess ziemlich unverständlich abstract ausdrucken müssen, wenn ich alle solche Ausdrücke hättte vermeiden wollen, welche bald gegen diese, bald gegen jene natur-philosophische Meinung anstossen können. Aber meine Absicht ist, für die Anwendung nützlich zu werden; und dabei wird man sicherlich am besten fahren, wenn man das Bestreben zweier Körper, bei einander zu bleiben, *Cohäsion* nennt, falls sie einander, es sey wirklich, berühren, oder

Factor $\frac{e^n}{E^n}$ haben, der bei unendlich kleinen Entfernungen, $E = o$, unendlich gross wird, so hat sie doch überdiess auch den Factor $\frac{F}{f}$, wo F und f die Berührungsflächen bedeuten; daher bei unendlich kleinen E *und* ebenfalls unendlich kleinen F die Cohäsionskraft immerhin eine endliche Grösse behalten kann. *Busse.*

doch so nahe sind, dass ihre Entfernung in Vergleichung der Zwischenräume in ihrem Volumen sehr klein ist; *Attraction* aber, wo sie auch in Vergleichung dieser Zwischenräume schon merklich von einander entfernt sind.

---

2. *Folgerungen aus* Bossut's *Versuchen* über die *Friction des Wassers in cylindrischen Röhren.*

Die folgende Tabelle besteht aus zwei Hälften. Die erste Hälfte enthält Bossut's hierher gehörigen 24 Versuche, aus seinem Lehrbegriffe der Hydrodynamik (nach Langsdorf's Uebersetzung, Band 2. Kap. 8. S. 129 f.). Sie zerfallen in 4 Klassen; diese habe ich durch I, II, III, IV bezeichnet. *L* bedeutet die Länge der Röhre in jedem Versuche, *D* ihren Durchmesser, *a* die beständige Höhe des Druckwassers, und *M* die beobachteten Wassermengen, sämmtlich aus den Beobachtungen, die zum Theil nur 45 oder 50 Sekunden, zum Theil auch 1 Minute dauerten, *für die Minute* berechnet, und zwar noch etwas genauer berechnet, als es von dem Verfasser für seine Tabelle S. 133 geschehen ist. Aus diesen Datis habe ich die zweite Hälfte der Tabelle, welche aus den drei andern Spalten besteht, auf eine Art berechnet, über die ich mich sogleich erklären will.

werden; würde man, wenn die Boſſüt'ſchen Verſuche für die Dimenſionen-richtige Formel

$$\varphi c = f \cdot \frac{L}{D} \cdot c$$

benutzt würden, aus ihnen zu erwarten haben, daſs darin f eine ziemlich conſtante Zahl ſeyn müſſe; wenn ſich nicht ebenfalls von vorne her einſehen lieſse, daſs der *Frictionswiderſtand* mit *wachſender Geſchwindigkeit abnehmen* müſſe. Der Grund, aus welchem mir dieſes einleuchtet, ſcheint bis jetzt noch niemand beigefallen zu ſeyn; daher ich in der Kürze ihn darſtellen will.

Wenn ein feſter Körper längs einer ſchiefen Ebene herab gleitet, ſo hat er dreierlei Arten von Widerſtand zu beſiegen. *Erſtens*, die Cohäſion in den beiden ſich berührenden Ebenen, welche bei polirten und geſchmierten Metallen ſehr viel ſtärker ſeyn wird, als bei etwas rauhen und ungeſchmierten Flächen von Holz, u. dgl. m. *Zweitens:* wegen der kleinen Hervorragungen in den beiden Ebenen wird der Körper etwas ſteigen und fallen, und dazu Kraft verbrauchen; oder er wird, *Drittens*, dieſe Erhabenheiten abreiſsen, wenn irgend hierzu weniger Kraft, als zu *zwei*, nöthig iſt. Dieſes letztere iſt gar ſehr der Fall, wenn ein Schiff vom Stapel läuft. Das Zerreiſsen der hervorragenden Holztheile erfordert nur eine beſtimmte Kraft, die nämlich mit dem Gewichte des Körpers nur wenig oder gar nicht wächſt. Daher kommt es, daſs der Frictionswiderſtand in dieſem

Bei-

Beispiele nur einen auffallend geringen Theil von dem grossen Gewichte des Schiffes ausmacht.

Wasser, das durch Röhren läuft, wird in seinen äussersten Theilen, welche die Röhrenwand berühren, mit derselben ziemlich stark *cohäriren*. Auch die nächst inneren, der Röhrenwand sehr nahen, Theile werden noch merklich von ihr *angezogen*, aber so, dass diese Anziehung mit der zunehmenden Entfernung von der Röhrenwand ziemlich stark abnimmt. Auch da, wo der Durchlauf solche Wassertheile, die noch merklich stark von der Röhrenwand angezogen werden, mit sich fortführt, hat er dennoch, bei einem bereits parallelen Laufe seiner Stromfäden, gegen die *Attraction* nur einen sehr geringen Kraftaufwand zu machen *). Aber wenn das sämmtliche Wasser in

*) Dieser Kraftaufwand würde geradezu nichts seyn, wenn man nicht auf die in dem vorher gehenden Aufsatze erwähnten Zwischenräume achten, sondern das Wasser als einen völlig stetigen Körper betrachten wollte. Denn es sey A (Fig. 3. Taf. III.) ein Wassertheilchen, das der Röhrenwand parallel mit der Geschwindigkeit AC sich bewegt; und es sey $AM = - AE. \cos. MAE$ der Zug, durch welchen die Attraction des Röhrentheils E die Bewegung des Wassertheilchens A verzögern könnte: so wird es, falls man das Wasser als einen völlig stetigen Körper sich denkt, in H einen andern Theil der Röhrenwand geben, welcher auf eben das Theilchen A den Zug $AN = + AH. \cos. HAN$, dem vorigen Zuge gleich und entgegen gerichtet, ausübt. Auch der stärkste unter allen Zügen, nach der Richtung GA, ungefähr $= EA \cdot \frac{EA^2}{GA^2}$, wird eben desshalb, weil er auf die Richtung AC normal ist, weder für noch gegen sie wirken, u. s. w. *Busse.*

der Röhre mit gleicher Geschwindigkeit *AC*, auch in den Theilen, welche die Röhrenwand berühren, sich fortbewegen sollte, so müssten *auch* die *Cohäsionen* zwischen den äussersten Wassertheilen und der Röhrenwand überwunden werden. Diese sind zu beträchtlich, als dass nicht eine *kleinere* Summe des Kraftverlustes entstehen sollte, wenn der Strom eine äusserste Wasserwand an den Röhren ruhig kleben lässt, obgleich hiermit ein zweiter Kraftaufwand eben deshalb entsteht, dass in dem nunmehr *verengerten* Strome das Wasser mit *grösserer* Geschwindigkeit muss bewegt werden. Während dieser Bewegung würden auch immerhin die Cohäsionen zwischen demjenigen Wasser, welches ruhig an der Röhre kleben bleibt, und dem fort bewegten, von *jenen getrennten* Wassertheilen zu besiegen seyn. Je kleiner der Durchmesser des wirklich fort bewegten Wassercylinders ist, um desto geringer wird der Widerstand jener Trennung ausfallen, und dagegen die Geschwindigkeit in jenem Cylinder quadratisch grösser werden müssen. Daher es, auch wenn man sich zuvörderst nur einen durchaus gleichförmig bewegten Cylinderstrom, und das übrige Wasser zwischen ihm und der Röhrenwand dagegen völlig ruhend denkt, immer schon einen gewissen Durchmesser des bewegten Cylinders giebt, bei welchem, beiderlei Kraftaufwand zusammen genommen ein Minimum ausmacht. Allerdings wird, namentlich auch deshalb, weil das Wasser kein vollkommen stetiger Körper ist, das wahre

Minimum, dessen sich die Natur bedienen muss, dergestalt eintreten, dass die Geschwindigkeit von der Röhrenwand nach der Mitte hin nach und nach abnimmt; indessen braucht man nur die bekannten Begriffe von relativer Ruhe und relativer Bewegung zu Hülfe zu nehmen, um es einzusehen, dass auch in Hinsicht der wahren feineren Abstufung, schon aus jener grob gedachten plötzlichen Abstufung zwischen ruhenden und bewegten Wassertheilen, vollkommen richtig gefolgert wird: *ist die Geschwindigkeit in der Röhre nur geringer, so wird der Cohäsionswiderstand in Vergleichung der Geschwindigkeitshöhe im verengten strömenden Cylinder einen beträchtlichern Theil, als bei grösserer Geschwindigkeitshöhe, von derselben ausmachen;* daher bei geringerer Geschwindigkeit mehr Wasser in Ruhe bleibt, und dagegen der Kraftverlust durch die Erzeugung der verhältnissmässig stärker vermehrten Geschwindigkeit grösser ist, als bei grösserer Geschwindigkeit. Ist die Geschwindigkeit sehr gross, so wird die sehr bestimmte Cohäsionskraft der Wassertheilchen nur etwas sehr unbeträchtliches gegen die vorhandene Geschwindigkeitshöhe ausmachen; so dass ein kleiner Theil derselben hinreichend ist, um die Zerreissung der Wassertheile zu bestreiten, fast auf die nämliche Weise, wie ein Schiff, das vom Stapel läuft nur einen geringen Theil seines relativen Gewichtes auf die Zerreissung der kleinen Hervorragungen in seiner Bahn zu verwenden braucht. Man könnte übrigens die Aehnlichkeit

zwifchen beiden Erfcheinungen noch weiter treiben, als es hier uns nöthig fchien, um von *dem Satze gewifs zu werden, dafs* $\phi . c$ *bei gröfserem c, einen* ***kleinern*** *Theil deffelben ausmachen mufs, als bei kleinerem c, und dafs es faft lediglich aus diefem Umftande herzuleiten ift, dafs in* $\phi . c = \mathfrak{f} \cdot \frac{L}{D} \cdot c$, *die Zahl* $\mathfrak{f}$ *fich fehr merklich veränderlich zeigt.*

Hätte man durch folche Verfuche, als ich in dem vorhergehenden Auffatze erwähnt habe, es erforfcht, wie viel der Unterfchied zwifchen den dort fo genannten Cohäfionen und den Attactionen bei folchem Waffer beträgt, welches von nahen feften Körpern angezogen wird, fo dürfte fich das eben erwähnte Minimum durch Rechnung finden, und dadurch der Gang in der Veränderung des $\mathfrak{f}$ von vorn her ziemlich beftimmen laffen. Für jetzt aber wollen wir blofs darauf denken, diefen Gang aus *Verfuchen mit Röhrenfahrten* unmittelbar abzuleiten. Für diefe Abficht finde ich unter denen berühmt gewordenen Verfuchen, welche ich ohne Zeitverluft nachfchlagen kann, diejenigen von **Boffüt** noch am genaueften befchrieben und am zweckmäfsigften geordnet, wie man aus meiner obigen Claffificirung derfelben erfehen kann. Freilich aber hat auch Er es verfäumt, einen vorläufigen Verfuch zur Beftimmung der Zahl $\mathfrak{o}$ in unferer Gleichung $(\mathfrak{o} + \mathfrak{f} \cdot \frac{L}{D} + 1) . c = a$ mit einem $L = o$ anzuftellen; und hat doch gleichwohl

die beiden Mündungen, welche das Waſſer aus ſeinem Behälter bis zum Anfange der Röhre hin durchlaufen muſs, nicht ſo genau beſchrieben, daſs man etwa aus der Geſtalt und Lage dieſer beiden Mündungen jenes o ziemlich genau ſchätzen könnte.

Wenn wir in jeder Klaſſe die ſechs Verſuche dadurch unterſcheiden, daſs wir f^{I} für $L = 1.30$ und ſein c durch c^{I} ſchreiben, ferner f^{II} für $L = 2.30$ und ſein c durch c^{II}, u. ſ. w., ſo haben wir aus den 6 Verſuchen in jeder Klaſſe folgende 6 Gleichungen.

$$o + f^{I} \cdot \frac{1.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{I}};$$

$$o + f^{II} \cdot \frac{2.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{II}};$$

$$o + f^{III} \cdot \frac{3.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{III}};$$

$$o + f^{IV} \cdot \frac{4.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{IV}};$$

$$o + f^{V} \cdot \frac{5.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{V}};$$

$$o + f^{VI} \cdot \frac{6.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{VI}}.$$

So gewiſs es nun iſt, daſs die Zahl o bei dieſen ſechs Verſuchen einerlei bleibt, ſo giebt es doch immer noch *auſser* dieſem o noch die 6 verſchiedenen f zu beſtimmen; wozu alſo die 6 Gleichungen nicht hinreichen.

Bedenkt man indessen, daſs auch die o der I. und II., deſsgleichen die o der III. und IV. Klasse, wegen ihrer unveränderten Mündungen, einander fast völlig gleich bleiben, indem diejenigen bei der gröſsern Druckhöhe $a = 2$ Fuſs, in der II. und IV. Klasse, nur um ein unbeträchtliches geringer, als bei der geringern Druckhöhe $a = 1$ Fuſs, in der I. und III. Klasse, seyn werden *), so würde man versichert seyn, aus Versuch I, 4. die Gleichung $o + f \cdot \frac{4 \cdot 30 \cdot 9}{1} + 1 = 1 \cdot \frac{1}{c}$, und aus Versuch II, 6. die Gleichung $o + f \cdot \frac{6 \cdot 30 \cdot 9}{1} + 1 = 2 \cdot \frac{1}{c}$ zur Bestimmung sowohl der Zahl o, als der Zahl f gebrauchen zu können; indem hier die beiden c beinahe völlig gleich sind, und daher auch die beiden f äuſserst nahe einander gleich seyn müssen; wenn nur nicht der unglückliche Umstand einträte, daſs gerade auch in dem Versuche I, 4. ein beträchtlicher Fehler im Abmessen der Wassermenge oder der Druckhöhe vorgefallen seyn muſs. Man nehme nur die ersten Differenzen der c unserer obigen Tafel, so wird es aus ihrer gar zu groſsen Unordnung sogleich erhellen, daſs schon bei I, 3., insbesondere aber auch bei I, 4., die c^{III} und die c^{IV} (die ich aus den angegebenen Wassermengen sorgfältig berechnet habe) um ein beträchtliches zu

*) Aus Gründen, die ich in meiner Recension der *hydraulischen Versuche* von Michelotti, Hall. Allgem. Lit. Zeit. J. 1809. Nr. 197. und 198., (und die man weiter unten finden wird,) berührt habe. *Busse.*

groſs ſind; daher es kommt, daſs aus den beiden angeführten Gleichungen eine ganz unſchickliche Kleinheit für $\mathfrak{o}$ beſtimmt wird. Es iſt ſogar eine *negative* Zahl, die ſich für $\mathfrak{o}$ ergiebt.

Will man nun ein Paar andere Verſuche aus zwei Klaſſen wählen, ſo findet man keine, deren Geſchwindigkeiten nicht ſo beträchtlich von einander verſchieden wären, daſs man nicht zuvor auf *interpolirte* Geſchwindigkeiten denken müſste. Zu geſchweigen, daſs die Interpolirungsmethoden nur ein ſehr ungefähres c geben können, ſo iſt ja über dieſs und überhaupt, nach den *beträchtlichen* Beobachtungsfehlern, welche bei Verſuch I, 3. und I, 4. offenbar genug vorgefallen ſind, auch von den übrigen Verſuchen eine ſo ungemeine Richtigkeit in Abmeſſung der Waſſermengen und Druckhöhen nicht zu erwarten, als ſie es ſeyn müſste, wenn das $\mathfrak{o}$ mit einiger Genauigkeit aus zwei Verſuchen beſtimmt werden ſollte. Daher bleibt es nun immer noch das rathſamſte, die Zahl $\mathfrak{o}$ *a priori* zu ſchätzen, und da iſt es ziemlich wahrſcheinlich, daſs ſie für die *beiden* cylindriſchen Einmündungen, wie ſie bei Boſſut's Vorrichtung vorhanden waren (man ſehe ſeine eigene Beſchreibung, §. 580.), *zwiſchen* 0,525 *und* 1,03 fallen muſs; indem ja jene kleinere Grenze für eine ſolche iſolirte cylindriſche Mündung gehören würde, welche die Geſchwindigkeit $c = 0{,}81 . \sqrt{2ga}$ zu geben pflegt; die erſte von den beiden Mün-

dungen in Boſſut's Vorrichtung aber wohl etwas weniger Kraftverluſt verurſachen möchte. Selbſt auch, wenn man etwas Weniges auf diejenige Friction mit rechnet, welche bis zur cylindriſchen Röhre hin ſchon vorfällt, ſo dürfte $\mathfrak{o} = 0{,}8 . \sqrt{2ga}$ hinreichend groſs angeſetzt ſeyn, für die beiden Mündungen zuſammen genommen.

Geſetzt aber, daſs hiermit $\mathfrak{o}$ um etwas zu groſs oder zu klein geſchätzt ſey, ſo wird dieſes dennoch, wenn man nach der Gleichung $1{,}8 + \mathfrak{f} . \frac{L}{D} = \frac{a}{c}$ die $\mathfrak{f} = \frac{D}{L} \left(\frac{a}{c} - 1{,}8\right)$ für alle 24 Verſuche berechnet, auf die Beſtimmung der $\mathfrak{f}$ nur einen ſehr geringen Einfluſs haben; daher in dieſer Hinſicht die $\mathfrak{f}$, wie ſie von mir mit vieler Sorgfalt durch Logarithmen berechnet, und in der vorſtehenden Tafel aufgeführt ſind, für hinreichend zuverläſſig gelten können. Nur zwei von ihnen, für Verſuch I, 3. und I, 4. zeigen eine ſehr merkliche Abweichung von dem übrigens ziemlich ordentlichen Gange; aber das ſind auch gerade die beiden Verſuche, von denen wir ſchon vorhin bemerkten, daſs ihre Waſſermengen oder Druckhöhen fehlerhaft beobachtet ſeyn müſſen.

In folgender Tabelle ſieht man die ſämmtlichen $\mathfrak{f}$ neben den aufgereiheten Geſchwindigkeits-Höhen c aufgeführt.

Versuch		*c*	*f*
IV,	1	0,39914	0,0180
II,	1	0,27084	0,0207
IV,	2	0,21271	0,0212
III,	1	0,18704	0,0198
IV,	3	0,14715	0,0219 (!)
II,	2	0,13668	0,0237
I,	1	0,12652	0,0226
IV,	4	0,10981	0,0229
III,	2	0,09819	0,0234
II,	3	0,09065	0,0251 (!)
IV,	5	0,08681	0,0237
IV,	6	0,07036	0,0248
II,	4	0,06626	0,0263
III,	3	0,06519	0,0252
I,	2	0,06278	0,0262
I,	3	0,05216	0,0215
II,	5	0,05087	0,0278
III,	4	0,04944	0,0258
I,	4	0,04125	0,0208
II,	6	0,04106	0,0289
III,	5	0,03854	0,0270
II,	6	0,03085	0,0285
I,	5	0,02276	0,0312
I,	6	0,01815	0,0328

Für die *theoretische Praxis im Maschinenwe-*
wird aus unsern Berechnungen die Regel fol-
n, dass man ungefähr

= 0,03 für die Geschwindigkeits-Höhen c = 0,02 bis 0,03
= 0,025 — — — = 0,04 — 0,10
= 0,02 — — — = 0,20 — 0,40

setzen kann; und dass für noch grössere c die
hl f nur unbeträchtlich abnehmen, für noch
einere c aber noch beträchtlich zunehmen wer-

de. Noch genauere Stufen des f, als die von 5 zu 5 Hunderttheilen, werden für die meisten Maschinen nicht nöthig seyn; da bei den meisten Maschinen die Röhren nur kurz sind, und es daher von keinem Belange ist, ob man die Zahl f etwas zu groſs oder zu klein aufgeführt hat.

Prony's abgekürzte Formel aber, in seinen *Recherches physico-mathematiques*, nach welcher man durchaus $f = 0{,}0273$ zu setzen hätte, kann zu viel fehlen, und ist über dieſs, so wie auch seine andere genauere und für den Gebrauch zu unbequem geformte, aus einer nicht richtigern Ansicht der Sache, obgleich übrigens mit sehr genauer calculatorischer Mühsamkeit, gefolgert; wie ich in meiner Recension jenes in vieler Hinsicht sehr merkwürdigen Buches erinnert habe. *Hall. Allg. Lit. Zeit.* J. 1809. Nr. 309., und hier die folg. Seiten.

Langsdorf hat seine Formel mehrmahls geändert. In einer derselben hat er auf $f = 0{,}02$ durch Uebereilung geschlossen. Ich erhielt dagegen $f = 0{,}03$, als ich lediglich aus Anderer, namentlich aus Eytelwein's Bearbeitung dahin gehöriger Versuche, für meine Dimensionen-richtige Formel des $\varphi . c, = f \cdot \frac{L}{D} \cdot c$, die Zahl f berechnete. So habe ich f in meiner *Betrachtung der Holl'schen Wassersäulenmaschine* angesetzt; wie ich nunmehr wohl einsehe, für die dortigen beträchtlichen Geschwindigkeiten gewiſs zu groſs! Indessen ist es besser, die hydraulischen Bewegungs-Hin-

dernisse lieber zu gross als zu klein für eine Maschine angerechnet zu haben, von der man gewiss seyn will, dass sie den versprochenen Effect wirklich leisten werde.

Da man übrigens bei jeder Maschine, indem man sie der Theorie unterwirft, die ungefähre Grösse aller bei ihr schicklichen Geschwindigkeiten schon im Voraus zu schätzen weiss, so wird ihre calculatorische Untersuchung durch den Umstand nicht verhindert, dass man die Zahl f in dem Ausdrucke $f \cdot \frac{L}{D} c$ für verschiedene c etwas verschieden anzusehen hat.

Gar sehr wäre nun freilich zu wünschen, dass neue Versuche, — und namentlich mit dem hydraulischen Thurme zu *Turin* von dem einsichtsvollen (jetzt lebenden) Michelotti, dem Sohne, — angestellt würden, um den Gang des f für den so bequemen und Dimensionen richtigen Ausdruck $f \cdot \frac{L}{D} \cdot c = a - (1 + \mathfrak{o}) c$ genauer und für mehrere Fälle zu bestimmen, als aus Bossut's Versuchen es hiermit geschehen konnte. Bei jeder Klasse von Versuchen müsste dann durch einen vorläufigen Versuch mit $L = o$ auch das jedesmahlige $\mathfrak{o}$ unmittelbar bestimmt werden. Auch sollte der ersten Röhre von der Länge $1 . L$ noch ein Vorsatz, lang $3 . D$, gegeben werden, weil hierin noch keine Friction vorfällt, und das Wasser erst am Ende der Länge $3 D$ genau an die Röhre zu schliessen anfängt.

3. KRITIK

der *physisch-mathematischen Untersuchungen* Prony's *über die Theorie des fließenden Wassers*; im Auszuge aus der Allg. Liter. Zeit. 1809. Nr. 309.

Die Hauptabsicht dieser merkwürdigen Untersuchungen, welche in folgendem Werke: *Recherches physico-mathematiques sur la théorie des eaux courantes, par* R. Prony, *Paris* 1804. XXXII u. 130 S., nebst Tabellen und 2 Kupfert. gr. 4. (5 Rthlr.) — enthalten sind, geht dahin, den Widerstand der Cohäsion und Friction zu bestimmen, welchen laufendes Wasser leidet, wenn es 1) in *hinlänglich langen* Röhren, oder 2) in *hinlänglich langen* natürlichen oder künstlichen Flußbetten zur gleichförmigen Bewegung gebracht ist. (*Les mouvements qui ont lieu dans les tuyaux et les lits naturels ou factices, où les fluides peuvent parcourir d'assez grandes longueurs pour acquérir, en vertu des résistances dues à la cohésion et au frottement, une vitesse constante.*)

Dem einsichtsvollen Verfasser ist es gewiß nicht unbekannt, daß auch durch bloße Plattenmündungen ohne alle Röhren ebenfalls, und in sehr kurzer Zeit, die Bewegung gleichförmig wird; auch findet man diese gleichförmige Bewegung in seinem 189. §. ausdrücklich erwähnt. Aber indem er dort hinzu fügt, daß diese *anscheinend* gleichförmige Bewegung in *kurzen* Röhren oder bloßen Mündungen ohne Röhren, von *besondern* Ursachen herrühre: so muß man doch vermuthen,

dafs er, ungeachtet feiner grofsen ihm gewöhnlichen Sorgfalt, gleichwohl jene Urfachen fich nicht deutlich genug vorgeftellt hat; fonft hätte es ihm einleuchten müffen, dafs jene von ihm genannten befondern Urfachen bei langen Röhren eben fo gut als bei kurzen wirken. Was für einen zweckwidrigen Erfolg für die ganze Unterfuchung der Röhrenfahrten, die Anficht, welche mit jener *hinreichenden* Länge zufammen hängt, erzeugt hat, wird aus der Folge erhellen; wohin ich auch rechne, dafs Hr. Prony dem jetzt fo gewöhnlichen Hange zur übertriebenen Abstraction, oder Allgemeinheit des Vortrages, zu viel nachgegeben, und die Gegenftände der erften und der zweiten Unterfuchung viel zu gleichartig behandelt hat.

Mit Recht behauptet er, dafs die *erfte* Unterfuchung, die des *Röhren*widerftandes, für die *Mafchinenlehre* fehr wichtig ift, weil die gute Einrichtung vieler hydraulifchen Mafchinen und die gehörige Würdigung ihres beften Effectes auch von diefem Widerftande mit abhängt. Wenn er aber hinzu fügt, dafs man bei Berechnung folcher Mafchinen gleichwohl jenen Widerftand bisher nicht in Rechnung zu bringen pflegte, und in diefer Hinficht die Mafchinenlehre nun erft durch diefe feine Unterfuchungen, wodurch jener Widerftand in gehörig genaue und brauchbar anftellige Formeln gebracht fey, eine *neue* Verbefferung erhalte: fo müffen wir doch dagegen verfichern, dafs man in Deutfchland fchon lange jenen Widerftand mit in

Anschlag gebracht hat, indem durch mehrere deutsche Mathematiker, und zuerst durch Langsdorf, nicht nur mehrere von den besten Schriften der neuen französischen Experimental-Hydraulik ins Deutsche übersetzt und beurtheilt, sondern auch die Resultate jener Hydraulik, so weit man sie für hinreichend zuverlässig zu erkennen meinte, in bequemere Formeln gebracht, und durch solche namentlich auch auf die Maschinenlehre angewandt wurden. Mag das zum Theil, besonders Anfangs, und von mehrern Schriftstellern, mit mancher Uebereilung geschehen seyn: so scheinen uns dennoch die deutschen Mathematiker schon vor Erscheinung des vorliegenden Buches so weit gekommen zu seyn, dass sie Ursache haben, auf ihrem eigenen Wege zu bleiben, und selbst auch ihre verehrten Nachbarn darauf aufmerksam zu machen. Namentlich sind in Busse's *Betrachtung der* Höll'*schen Wassersäulenmaschine*, welche schon im Jahre 1803 gedruckt wurde, die sämmtlichen Formeln für die hydraulischen Bewegungshindernisse *dergestalt* ausgedruckt, dass sie *nicht* auf ein *gewisses Lineärmass*, z. B. nicht mit Bossut und du Buat auf den pariser Zoll, oder mit andern auf den Fuss, z. B. mit Eytelwein auf den Brandenburgisch-Rheinischen u. s. w. eingeschränkt sind, sondern, dimensionenrichtig abgefasst, für alle Masse gelten. Wenn sie diese Dimensionenrichtigkeit nicht haben, so sind sie nicht nur *eben desshalb* auf die jedesmahlige bei den Versuchen gebrauchte Mass-

einheit eingeschränkt, und müssen mit großer Unbequemlichkeit für jedes andere oder neue Maſs wieder geändert werden; sondern noch viel wesentlicher ist für die philosophische Betrachtung ihres physikalischen Grundes die Unvollkommenheit, daſs wenigstens eine, wo nicht mehrere, von den wirklich sächlichen Gröſsen in der Formel als eine bloſse Zahl dargestellt wird, und dadurch im Dunkeln bleibt, die doch deutlicher und adäquater müſste dargestellt werden können, weil ja nothwendig jede wahre Formel auch dimensionenrichtig seyn muſs.

Die Formeln, wie sie der berühmte Verf. des vorliegenden Werkes auf eine äuſserst mühsame Weise gefunden hat, sind nun nicht nur wieder dieser Unvollkommenheit unterworfen, daſs sie auf das gegenwärtig in Frankreich übliche Lineärmaſs, auf den Metre, eingeschränkt sind, wie ich es in dem angeführten Werke, von den neu zu erwartenden Formeln in Frankreich vorher gesagt hatte; sondern die sämmtlichen Formeln für den Röhrenlauf sind überdieſs auch einer andern für ihre Anwendung auf die Maschinenlehre sehr wesentlichen Unrichtigkeit ausgesetzt, den ich mit aller in der Kürze hier möglichen Sorgfalt zu erörtern, dem berühmten und mit Recht berühmten Namen Prony's schuldig bin.

Zuvörderst werden von Hrn. Prony für ein System von festen Körperchen, welche längs einer Rinne von jeder Krümmung, auſser ihrer eigenen Schwe-

re auch einem beliebigen, bejahten oder verneinten Drucke unterworfen sind, die Bewegungselemente in Formeln und Gleichungen gebracht, mit Hinsicht auf den Widerstand, welchen die Körperchen durch ihre Friction und durch ihren Centrifugaldruck leiden. Dann geht der Verf. zu dergleichen System eines flüssigen Körpers über. Indem er dabei allenthalben sorgfältig bemerken läſst, welcher Unterschied durch die voraus gesetzte Flüssigkeit entsteht, und bei den Formeln für dieses letztere System immerfort auf jenes erstere System der festen Körper zurück weiset: so wird die Sache freilich eben dadurch schwierig, aber auch unterhaltend für jeden, der die Wissenschaft ihrer selbst wegen zu bearbeiten wünscht. Soll indessen von wirklicher Brauchbarkeit für die Anwendung die Rede seyn, und dieses Ziel hat der Verf. sich gesetzt: so sieht man hier abermahls ein neues Beispiel, dergleichen besonders in den französischen Schriften so viele vorkommen, wie wenig Verbindung zwischen jenen bloſs elementarischen Formeln eines gar zu abstracten Systems und der wirklich brauchbaren und möglichen Anwendung übrig bleibt; indem man von jener Abstraction durch gewaltige Sprünge sich entfernen muſs, um auf integrable Formeln zu kommen, und indem man namentlich auch, um eine bleibende Lücke zwischen jenen beiden Systemen der festen und der flüssigen Körper auszufüllen, plötzlich den Satz gebrauchen muſs, daſs in gleichen Zeiten durch alle Querschnitte des

Ka-

Kanals *gleich viel Masse* hindurch läuft. Einleuchtend wird hiermit voraus gesetzt, dass man von aller Compressibilität des Wassers abstrahiren wolle; dass Hr. Prony sich nicht auf die ebenfalls ganz unpraktische Schwierigkeit einlassen wollte, auch diese sehr geringe Compressibilität in den abstracten elementarischen Formeln zu behandeln, und — bei der wirklichen Anwendung ebenfalls ungebraucht liegen zu lassen, — verdient gewiss allen Beifall.

Alles nun, was der Verfasser auf diesem feinen Wege für den Zweck seiner Untersuchung erreicht hat, besteht für die Röhrenfahrten darin, dass *die Grösse* $\frac{g}{4} \cdot \frac{D}{\lambda} \cdot a$ *eine Function der Geschwindigkeit* u *in der Röhre seyn muss*, welche D zum äquirten Durchmesser und λ zur Länge hat, und in welcher die Bewegung durch die hydraulisch-wirksame Druckhöhe a (durch die algebraische bejahte Summe der sämmtlichen drückenden und gegendrückenden Wasserhöhen) unterhalten wird, wobei g nach bekannter Gewohnheit der französischen Mathematiker das Euler'sche $2g$ der deutschen Mathematiker bedeutet, welches ich daher hier lieber durch $2\mathfrak{g}$ schreiben will. Indem ich überhaupt, meiner Gewohnheit nach, die bekannten von der gleichförmigen Bewegung und bestimmter Zeiteinheit hergenommenen Geschwindigkeitsmasse durch deutsche Buchstaben, die den Geschwindigkeiten zugehörigen freien Fallhöhen

aber durch lateinische Buchstaben andeute: so wird $u = \frac{uu}{4g} = \frac{uu}{2g}$ die Fallhöhe der Geschwindigkeit u seyn. Wegen der hier nöthigen Hinweisung auf die Formeln des Buches, will ich nämlich mit dem Verf. die hier behandelten Geschwindigkeiten ebenfalls durch u benennen, obgleich wir sonst in Deutschland solche *constante* Geschwindigkeiten lieber durch einen der *ersten* Buchstaben des Alphabetes zu bezeichnen pflegen *).

Nachdem der Verf. den obigen Satz gewonnen hat, dass $\frac{g}{4} \frac{D}{\lambda} a = \varphi(u)$ seyn müsse: so gebraucht er den, eigentlich nur für die abstracte Analyse bloss arithmetisch richtig ausgedruckten Satz, dass jedes $\varphi(u) = c + \alpha u + \beta uu$ u. s. w. seyn müsse. Durch eine scharfsinnige Betrachtung, die auch du Buat schon benutzt hat, zeigt er, dass das erste constante Glied in den Fällen der wirklichen Anwendung alle Mahl nur unbeträcht-

*) So sehr sich auch Hr. Prony in seinem Vortrage überall als ein vollendeter Meister und als ein äusserst gewissenhafter und sorgsamer Lehrer zeigt: so werden dennoch einige dem französischen Vortrage eigenthümliche Undeutlichkeiten immer noch dem deutschen Leser etwas anstössig bleiben. So pflegen die französischen Mathematiker das eben erwähnte $g = 2g$, etwas sonderbar, die *force acceleratrice de la pesanteur*, $= 9,8088$ Metres zu nennen. In Deutschland nennen wir das mit mehr oder auch mit völliger Genauigkeit, was es ist, die Geschwindigkeit oder das Geschwindigkeitsmass eines frei fallenden Körpers am Ende der ersten Sekunde, und 1. g seine Fallhöhe. Noch mehr wird es dem deutschen Lehrer anstössig, dass man in Frankreich die *Gewichts*verhältnisse ebenfalls vermittelst des $g = 2g$ ausdruckt, und dadurch na-

ch ſey, gegen die folgenden mit u veränderlichen
heile der Reihe. Da er übrigens ſchon aus den
rbeiten ſeiner Vorgänger es abzunehmen meinte,
aſs die Reihe mit βuu abgebrochen, zur hinrei-
hend genauen Praxis diene; ſo wird auch von Ihm
$(u) = \alpha u + \beta uu$ geſetzt. Durch die beſten
unſtgriffe der Interpolirung, die er auch mit ei-
enthümlicher neuer Anſicht, namentlich auch gra-
hiſch dargeſtellt und durchgeführt hat, werden
un aus 31 durch Boſſut, du Buat, Condor-
et u. a. angeſtellte Verſuche mit Röhrenfahrten
ie *beiden* Coëfficienten α und β als abſolute Zah-
en (alſo auch α als ſolche!) *dergeſtalt* geſucht,
aſs ſie das *Minimum der Anomalieen* gewähren.
uf dieſem, mit muſterhafter Sorgfalt durchge-
ührten, ſehr mühſamen Wege findet der Verf., daſs

$$\frac{g}{4} \cdot \frac{D}{\lambda} a = 0{,}00017u + 0{,}0034uu$$

ey, dieſer Ausdruck aber die Erinnerung auf ſich

mentlich für die obige Formel, das g auf eine weit weni-
ger einleuchtende Weiſe gewinnt, als es nach dem deut-
ſchen Vortrage würde ebenfalls erhalten werden; aber
dann zugleich unter der ſehr deutlichen Bedingung, daſs
die Function des u der Gröſse $\frac{g}{4} \frac{D}{\lambda} a$ dimenſionen-
gleich, alſo durchaus von zwei lineären Dimenſionen ſey.
Der ſcharfſinnige, tiefdenkende Verf. dringt mit Recht
darauf, daſs die Betrachtung der hydrauliſchen Formeln
phyſico-mathematiſch ſeyn ſoll. Dazu hilft aber gar ſehr,
daſs man bei der Begründung und bei der Anwendung der
dynamiſchen Gleichungen, Gewicht und Beſchleunigung
oder Geſchwindigkeits-Vermehrung, dieſe beiden Aeuſse-
rungen der Schwerkraft, auch durch verſchiedene Worte
unterſcheidet, nicht beide durch *force* benennt u. ſ. w.

Buſſe.

ziehe, daſs er *auf Röhrenfahrten von weniger als drei Metern nicht anwendbar ſey*, weil ſchon bei dieſer Länge die gröſsten Anomalieen eintreten; und daſs dagegen die Formel für den einen mit gebrauchten Verſuch einer ſehr langen Röhrenfahrt (von 1169,42 Meter) ſehr zutreffend ſey!

Aber dieſe Erſcheinung wird man daraus zu erklären haben, daſs Herr Prony, indem er die ganze mechaniſch wirkſame Druckhöhe $a = \frac{\lambda}{D} \cdot 4 \cdot \frac{\alpha u + \beta u u}{g}$ anſetzt, ſeine Zahlen α und β unter der Vorausſetzung findet, daſs die ganze mechaniſche Druckhöhe lediglich und allein durch den Widerſtand der Friction oder Adhäſion längs der Röhre vermindert werde; da doch in der Wahrheit überhaupt dieſe Höhe a als $= (\mathfrak{o} + \mathfrak{f} + 1) u$ zu betrachten iſt. Denn von dem ſämmtlichen a geht ein Theil $= \mathfrak{o} u$ bei den örtlichen Geſchwindigkeits-Aenderungen in der *Einmündung* der Röhre verloren, *nur* ein *zweiter* Theil $= \mathfrak{f} u$ wird auf die Friction längs der Röhre verwandt *), und dann erſt bleibt der dritte Theil $= 1 . u$ für die Unterhaltung der wirklichen Geſchwindigkeit u in der Röhre übrig. Vermittelſt dieſer deutlichen Unterſcheidung der aufgeführten drei Theile in der mechaniſch wirkſamen Druckhöhe a (nach Prony's Ausdruck $= \zeta + \frac{p - \pi}{g}$)

*) In dem vorhergeh. Aufſ. iſt das mit φ bezeichnet, was ich hier (wo φ ſchon eine andere Bedeutung hatte) mit $\mathfrak{f}$ bezeichne. Auch in den vorh. Aufſ. vertauſche man daher lieber die Zeichen φ und $\mathfrak{f}$ mit einander und ſetze dort überall $\mathfrak{f} = \varphi \cdot \frac{L}{D}$. *Buſſe.*

habe ich schon seit vielen Jahren die Bewegung des Wassers in Röhren behandelt, mehrere Jahre eben, als ich mein Werk über die Wassersäulenmaschine drucken liess, auf welches ich hier glaubte verweisen zu müssen, weil meines Wissens auch bei andern deutschen Mathematikern jene drei Theile nicht ganz so deutlich und allgemein richtig unterschieden und behandelt werden.

Indem es nun mir ausgemacht genug von vorn her und durch Erfahrung war, dass man für o eine constante Zahl gebrauchen kann, weil sie hauptsächlich nur von der Gestalt und Lage der Einmündung abhängt, auch bei beträchtlich wachsendem u nur unbeträchtlich sich vermehren würde: so war es ferner von vorn her durch ziemlich zuverlässige Combinationen, wie sie vorzüglich von Eytelwein vorgetragen sind, abzunehmen, dass mein obiges $fu = \beta \cdot \frac{\lambda}{D} u$, mit einer *ziemlich* constanten-Zahl für jede einzeln in Untersuchung genommene Maschine seyn müsse. Was aber den Gang ihrer Veränderlichkeit betrifft, so glaube ich, dass dieses β (das f im vorig. Auff.) mit *wachsender* Geschwindigkeit *abnehmen* müsse, aus einem Grunde einzusehen, den ich im vorigen Auffatze verständlich aus einander gesetzt habe, und der, so nahe er liegt, dennoch keinem Hydrauliker bisher beigefallen ist, obgleich sich aus ihm der sächliche Zusammenhang des β sehr viel befriedigender zu erklären scheint, als es selbst nach Girard's Vorstellung geschieht, welche Prony S. 52. mit Recht

als diejenige rühmt, welche mehr, als alle die übrigen dort erwähnten Behandlungen, in die physischen Gründe der Erscheinung einzudringen sucht. Man habe sich nämlich zuvörderst deutlich erklärt, warum ein Schiff, das vom Stapel läuft, einer so auffallend geringen Friction unterworfen ist; und übertrage dann, was man dort mit entschiedener Gewissheit einsieht, mit gehöriger Umsicht auf fliessendes Wasser, und die dadurch zu trennende, weit geringere, aber ebenfalls bestimmte, Adhäsion: so sieht man vor Augen, dass β mit wachsendem u geringer werden, und bei grossem u einem sehr bestimmten Werthe nahe kommen muss. Girard scheint dagegen mit zu grossem Vorurtheile für die Form $\alpha u + \beta uu$ seine physikalischen Gründe beurtheilt zu haben. Am besten würden, wie ich oben angegeben habe, *neue Versuche* mit Michelotti's hydraulischem Thurme darüber entscheiden können, ob meine Vermuthung gegründet ist, dass $fu = \beta \cdot \frac{\lambda}{D} u$ zu setzen sey, und darin β von 0,016 bis zu $=$ 0,03 hin etwa sich ändere, von dem grössten u an bis zu dem kleinsten hin, welche bei Maschinen vorzukommen pflegen. Unter den 31 Versuchen, welche Prony benutzt hat, und ich kenne keine besseren, sind vermuthlich keine zweckmässig genug angestellt, und genau genug beschrieben, um aus ihnen darüber gewiss zu werden. Bossut hat die Einmündungen noch am genauesten beschrieben, und ich habe in dem vorher gehenden Aufsatze gezeigt, dass für die

von ihm gebrauchte, *zwei Mahl* cylindrische, Einmündung der Kraftverlust in diesen Einmündungen $o u$, ungefähr $= 0{,}8 . u$ seyn musste.

Je kürzer nun aber die Röhren sind, um desto merklicher mussten bei Prony, der für den Kraftverlust $o u$ gar nicht unterschied, die Anomalieen ausfallen! Da auch bei den mehresten Maschinen nur kurze Röhren vorkommen, da ferner z. B. bei Bossut's von Prony mit benutzten Versuchen ungefähr $o = 0{,}8$ war, bei andern von ihm benutzten Versuchen wenigstens $o = 0{,}5$ gewesen seyn wird, und dagegen bei gut eingerichteten Maschinen man o auf $= 0$ wenigstens herab bringen, eigentlich sogar ins negative übergehend machen kann und muss: so erhellet schon hieraus, dass es nicht rathsam sey, Prony's Formeln auf das Maschinenwesen anwenden zu wollen; zu geschweigen, dass das einzige Beispiel seiner eigenen Anwendung auf die Pumpe auch in anderer Hinsicht unbefriedigend ist.

Nach seiner schon angeführten Hauptformel soll

$$a = (0{,}00017 . u + 0{,}0034 . u u) \cdot \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{4}{g}$$

seyn. Suchen wir statt $\frac{4}{g} u u$ lieber die Geschwindigkeits-Höhe $u = \frac{u u}{2g}$ hinein zu bringen, wie es äusserst rathsam ist, so erhalten wir

$$a = \left(\frac{0{,}00136}{u} + 0{,}0277\right) \frac{\lambda}{D} \cdot u,$$

worin aber fernerhin nicht nur das eine Glied, in welchem statt der absoluten *Zahl* 0,00136 eigent-

lich eine *Linie* aufgeführt seyn sollte, vom gebrauchten Metre abhängig ist, sondern auch das übrige, an sich dimensionenrichtige Glied deshalb nicht allgemein richtig seyn kann, weil auch das vorhergehende Glied durchaus als eine Function von $\frac{\lambda}{D}$ u behandelt, und für die Gröfse $(0+1).u$ nicht unterschieden ist! Als eine noch ziemlich richtig *abgekürzte* Formel wird von Prony S. 71. angegeben $u = 26{,}79 \sqrt{\frac{Da}{\lambda}}$, nach welcher also

$$a = \frac{1}{26{,}79^2} \cdot \frac{\lambda}{D} uu$$

seyn soll, wieder auf den Metre eingeschränkt! Um bei dieser Formel die ihr so natürliche Dimensionenrichtigkeit herzustellen, haben wir sie als

$$a = \frac{2 \cdot 9{,}808795}{26{,}79^2} \cdot \frac{D}{\lambda} \cdot \frac{uu}{4g}$$

zu betrachten, also

$$a = 0{,}0273 \cdot \frac{\lambda}{D} u.$$

Aus de Tabelle, welche ich in dem vorher gehenden Auffatze aus Bossut's Versuchen für die dortige Zahl f (hier β) berechnet habe, läfst sich abnehmen, 1) unter welchen Umständen Prony's Formel beträchtlich fehl führen kann; 2) dafs sich selbst für eine Maschine mit geringen Geschwindigkeiten, indem man diese schon im Voraus ungefähr zu schätzen weifs, eine für sie *constante* Zahl β mit hinreichender Genauigkeit wählen läfst; und 3) dafs für die beträchtlichen Geschwindigkeiten bei der oben erwähnten Wassersäulenmaschine das dort gebrauch-

te $\beta = 0{,}03$ gewiſs *nicht* zu *klein* angenommen iſt.

Hauptſächlich nur gegen den *einen* Theil der Prony'ſchen Unterſuchungen, welcher die Röhrenfahrten betrifft, habe ich hiermit Bedenklichkeiten aufgeſtellt, weil doch der Verf. dieſen Theil als vorzüglich neu und wichtig für die Maſchinenlehre empfiehlt, und die deutſchen Maſchiniſten zu beurtheilen haben, ob ſie davon Gebrauch machen wollen. Die *andere* Unterſuchung, über den Lauf des Waſſers in offenen Bettungen, wird dem Tadel ebenfalls unterworfen ſeyn, daſs die dafür aufgeſtellten Formeln nicht dimenſionenrichtig ausgedruckt ſind. Da aber hierbei das unbeachtete *Du* ſehr unbeträchtlich iſt: ſo iſt dieſer Theil des Buches unſerer obigen wichtigſten Einwendung nicht bloſs geſtellt; und wir ſind vielmehr der Meinung, daſs hierin durch die äuſserſt ſorgfältigen Abgleichungen des Hrn. Prony etwas ſehr Vorzügliches geleiſtet iſt. Ueberhaupt aber kommen auch in der Behandlung des erſten Gegenſtandes mehrere ſehr beachtungswürdige Betrachtungen vor, und das Werk iſt zur eigenen Benutzung denen wenigen Mathematikern in Deutſchland gar ſehr zu empfehlen, welche dem ſchwierigen Gegenſtande, auf eine ſo ſchwierige, aber auch in vieler Hinſicht ſehr merkwürdige, Weiſe behandelt, gewachſen ſind.

4. KRITIK
hydraulischer Versuche, welche die beiden Michelotti *zu Turin angestellt haben;*

im Auszuge aus der Allg. Lit. Zeit. 1809. Nr. 197. u. 198.

Im Jahre 1765 wurde zu Turin der Bau eines hydraulischen Thurms vollendet, der auf Veranlassung des Professors der Mathematik an der dasigen Universität, Franz Dominicus Michelotti, unternommen worden war. Dieser Thurm konnte eine prismatische Wassersäule von 9 pariser Quadratfuss im Querschnitte, und bis 30 Fuss Höhe, in sich fassen, und durch einen sehr wissenschaftlich angelegten Zuführungskanal von oben her einen so reichlichen Einschlag erhalten, dass er, z. B., für einzöllige Ausmündungen einen beständigen Wasserstand von 300 Zollen zu gewähren vermochte. In seiner einen Seitenwand, welche $2\frac{1}{4}$ Fuss stark war, befanden sich drei *eben so* starke Stücke von hartem Marmor, wasserdicht eingemauert; das eine sehr nahe am Boden des Thurmes, das andere 10, das dritte 15 Fuss höher. Jedes derselben war 9 Zoll breit und 9 Zoll hoch durchlocht; (die unterste Lochung scheint mir, nach einigen Versuchen zu urtheilen, dem Boden zu nahe gewesen zu seyn;) und jede dieser *Marmoröffnungen*, wie wir sie in der Folge nennen wollen, war an ihrer äussern Seite mit einer von Michelotti so genannten *festen* (messingenen) Plat-

te belegt, welche in ihrer Mitte wieder ein quadratisches, 3 Zoll breites und 3 Zoll hohes Loch hatte. Vor dieser Lochung pflegte man durch *bewegliche* Platten, auch engere, quadratförmige und kreisförmige Mündungen zu 1, 2 und 3 Zoll im Durchmesser vorzurichten; in der Folge hat man sich *sogar 6zöllige* Ausmündungen verschafft! Unterhalb des Thurmes waren sehr geräumige Wasserbehälter in verschiedenen Tiefen angebracht, auch von dort aus fernerhin mancherlei wissenschaftlich eingerichtete Ableitungskanäle, und über diess noch manche andere schöne Vorrichtungen hinzugefügt, um die Geschwindigkeit des fliessenden Wassers unter mancherlei Umständen, desgleichen den Stoss und Druck des Wasserstromes auf mancherlei Weise zu prüfen. Die Angabe der sämmtlichen Vorrichtungen, welche zum grössten Theile ungemein zweckmässig und einsichtsvoll getroffen sind, haben wir dem Professor Franz Dominicus Michelotti, und die Bestreitung der beträchtlichen Kosten dem Könige Karl Immanuel zu verdanken.

Mit diesen wirklich königlichen Zurichtungen sind viele Versuche angestellt worden, zuerst in den Jahren 1765 bis 1769 von dem Urheber des Unternehmens, Michelotti dem Vater, der sie in seinen *Sperimenti idraulici*, Vol. I., 1767., Vol. II., 1771., mit grossem wohl verdienten Beifalle bekannt gemacht hat; und nachher, im Jahre 1783, von seinem würdigen Sohne, Joseph Therese

Michelotti, der seine Abhandlung darüber in die *Mém. de l'acad. roy. des scienc. de Turin, A.* 1786, eingerückt hat. Selbst auch jenes einzelne Buch war in Deutschland kaum zu haben, und kostete über 7 Thaler. Es war daher etwas Dankenswerthes, das Wesentliche aus demselben, und aus der Abhandlung des jüngern Michelotti auf deutschen Boden zu verpflanzen, wie das in folgendem Werke geschehen ist: „Franciscus Dominicus Michelotti's, *Prof. d. Math., Hydraulische Versuche zur Begründung und Beförderung der Theorie und Praktik. Nebst einem Anhange, welcher die neuesten Versuche von* Joseph Therese Michelotti *enthält. Aus dem Ital. übersetzt von* C. G. Zimmermann, *Prof. am Friedr. Werd. Gymnasium zu Berlin, mit Anmerk. vom Geh. Ober-Baurath* Eytelwein. Berlin 1808. XXIV und 253 S. gr. 4. (3 Rthlr. 8 Gr.)." Der Uebersetzer hat die theuern Kupfertafeln unschädlich einzuschränken gewufst, und glaubte viele von den theoretischen Betrachtungen des Verf. gänzlich weglassen zu müssen, weil sie für die jetzige Kenntniss der hydraulischen Theorie in Deutschland keinen Werth zu haben schienen; und so viel aus einigen wirklich mitgetheilten Proben abzunehmen ist, hat der Uebersetzer auch hierin sehr richtig geurtheilt. Das Duodecimalmass des Verf. ist in der Uebersetzung beibehalten worden *), und wird fürs Flä-

*) Da ich sehr wünsche, dass einige von mir berechnete und unten mitzutheilende Versuche von andern Mathe-

chenmafs, fehr fchicklich, durch q^{I}, r^{I}, q^{II}, r^{II}, q^{III}, r^{III}, als Quadratfufs, Riemenfufs, Quadratzoll, Riemenzoll u. f. w., fürs Körpermafs durch c^{I}, s^{I}, b^{I}, c^{II}, s^{II} u. f. w., als Kubikfufs, Schachtfufs, Baufufs, Kubikzoll, Schachtzoll u. f. w. aufgeführt. Die vielen Zahlen in dem Buche fcheinen fehr correct gedruckt zu feyn, auch die Ueberfetzung beweifet fich richtig und deutlich; nimmt man noch hinzu, dafs die Bemerkungen des Hrn. GR. Eytelwein manche fehr nöthige Winke und Berichtigungen enthalten: fo darf man behaupten, dafs diefe wohlfeile Ueberfetzung einen noch höheren Werth als das Original für uns hat.

Aber indem ich diefes Buch als einen Schatz von Verfuchen empfehle, die zum Theil weit mehr, als andere ähnliche bisher bekannt gewordene, ins Grofse gehen; und die fo einleuchtende Wahrheitsliebe, Sorgfalt und Genauigkeit der Verff. mit

matikern möchten nachgerechnet werden, fo fetze ich, um ihnen die Mühe der Reduction zu erleichtern, die folgende Tabelle hierher. Es ift $\frac{1}{12}$. 1 = 0,0833 u. f. w. $\frac{1}{12}$. 2 = 0,1666 u. f. w., wie folget:

$\frac{1}{12}$		$\frac{1}{12.12}$		$\frac{1}{12.12.12}$	
1	0,08333	1	0,00694	1	0,00058
2	0,16667	2	0,01389	2	0,00116
3	0,25000	3	0,02083	3	0,00174
4	0,33333	4	0,02778	4	0,00231
5	0,41667	5	0,03472	5	0,00289
6	0,50000	6	0,04167	6	0,00347
7	0,58333	7	0,04861	7	0,00405
8	0,66667	8	0,05555	8	0,00463
9	0,75000	9	0,06250	9	0,00521
10	0,83333	10	0,06944	10	0,00579
11	0,91667	11	0,07638	11	0,00637

Buffe.

Dank und Hochachtung erkenne: so muſs ich übrigens gegen die Resultate, die man aus mehreren dieser Versuche, theils von dem Verf. schon gezogen findet, theils selbst noch ziehen möchte, gar sehr warnen, auf seiner Hut zu seyn, und dieses aus noch mehreren und allgemeineren Gründen, als es Hr. *E.* schon gethan hat. Gerade diejenigen Versuche, welche, wegen groſser Weite der Mündungen und beträchtlicher Druckhöhe, bisher lediglich in Turin angestellt sind, geben für die Absichten, wofür sie angestellt wurden, solche Resultate, welche mit meiner Theorie (die freilich noch nirgends gedruckt ist) nicht gehörig überein stimmen. Von der Richtigkeit meiner Theorie bin ich aber auf das entschiedenste überzeugt, und daher auch überzeugt, daſs richtig angestellte Versuche dieser Theorie entsprechen müssen. Die Versuche sind, nach meiner Ueberzeugung, mit etwas unzweckmäſsigen Vorrichtungen und aus beträchtlich unrichtigen Gesichtspunkten angestellt worden, und dieses hat Einfluſs auf den Erfolg gehabt, so daſs das Gesuchte eigentlich unentschieden blieb. So kurz ich mich hier in Aufführung einiger Beispiele fassen muſs, so werden sie, wie ich glaube, hinreichen, Falls sie in Turin bekannt werden, *neue Versuche* mit dem vortrefflichen hydraulischen Thurme, unter abgeänderten Vorrichtungen, und aus bestimmteren Gesichtspunkten, zu veranlassen. Bloſs auf die Thurm-Versuche muſs ich für dieses Mahl mich einschränken.

Der würdige Michelotti glaubte, die vortheilhafteste Ausmündungsform müsse cykloidisch gekrümmt seyn. Vollkommen cykloidisch ist sie gewiss nicht. Die wahre Krümmung ist so schwer zu treffen, und übrigens so unbeträchtlich, dass man, ungefähr wie bei den Sprachröhren, sicherer fährt, schlechthin konische Mündungsformen zu machen. Weil auch diese nicht vollkommen genau zu treffen sind, so ist es rathsam, von der wahrscheinlichsten Form des frei zusammen gezogenen Strahls in denjenigen *etwas* zu *langen* Kegel hin abzuweichen, welchen Hr. Eytelwein (ich bin ungewiss, ob gerade aus diesen Gründen) gebraucht hat. Mit ihnen ist auch Hr. Eytelwein bereits auf einen weit geringeren Geschwindigkeits-Verlust gekommen, als Michelotti mit seinen cykloidisch gekrümmten Afterkegeln. Der Grund, aus welchem Michelotti den Nutzen dieser seiner Vormündung erklärt, scheint mir hydrostatisch unrichtig; so sehr er ihm einleuchtend schien (§. 91.).

Für ungleich schwieriger hält er es, zu erklären, warum cylindrische oder prismatische Röhren von *gewisser* Länge (sie *müssen* etwa drei Mahl so lang als ihr Durchmesser seyn) die Geschwindigkeit des Ausflusses vermehren. Seine sämmtliche versuchte Erklärung (§. 92.) ist auch sehr unbefriedigend und undeutlich ausgefallen. Hier hätte doch in einer deutschen Uebersetzung es sollen bemerkt werden, dass die Sache in Deutschland unwidersprechlich erklärt ist. Nachdem Venturi

zur Erklärung mehrerer hydraulischen Erscheinungen, welche nach gehöriger Ueberschauung in dieselbe Kategorie gehören, ein neues Princip von Seitenmittheilung der Bewegung aufgestellt hatte, auch dieses neue Princip in Frankreich mit vielem Beifalle aufgenommen war, und durch **Gilbert's** *Annal. der Phys.* für Deutschland bekannt gemacht wurde: zeigte ich in meiner Abhandlung, *Entbehrlichkeit des Venturischen* Princips (*Ann.* B. IV. und VI.) sogleich an, dass sich jene Erscheinungen, namentlich auch der vermehrte Ausfluss durch cylindrische (oder, noch besser, konisch divergente) Röhren, aus den allgemeinen dynamischen Gesetzen und dem *Drucke der Luft* erklären läßt. Durch meine Unterscheidung zwischen dem, im Anfange der Röhrenmündung entstehenden, kegelförmigen Strudel, und der dadurch nachher in der Röhre erzeugten *saugenden Kraft*, scheint mir die ganze dahin gehörige Experimentalhydraulik eine deutliche Ansicht zu gewinnen, und es wird dadurch einleuchtend, dass man bei diesen Versuchen *auch den jedesmahligen Barometerstand* anzugeben hat. Die im Durchschnitte genommen sehr richtige Regel, dass in einer Plattenmündung die Geschwindigkeit nur $= 0,62 \sqrt{4ga}$ beinahe ist, (indem a die mittlere Druckhöhe bedeutet,) und dagegen aus einer cylindrischen Mündungsröhre (von obiger Länge und) vom Durchmesser der Plattenmündung, das Wasser mit der Geschwindigkeit $0,81 . \sqrt{4ga}$ ungefähr ausfliesst, — diese Regel kann daher nur für den gewöhn-

wöhnlichsten Barometerstand in Paris, Berlin, und wo sonst Versuche für diese Regel concurrirt haben, gelten. Auf hohen Gebirgen würde diese Geschwindigkeit um ein sehr merkliches geringer ausfallen, und im luftleeren Raume würde sie noch etwas geringer, als in der blossen Plattenmündung sich zeigen. Vermuthlich nur bei einem vorzüglich hohen Barometerstande geschah es, dass Michelotti statt der Zahl 0,81 die grössere 0,84 fand.

Bei verlängerter Röhre wird die Geschwindigkeit durch die so genannte *Friction* oder *Adhäsion* vermindert, worüber Michelotti gar keine zweckmässigen Versuche angestellt hat; worüber aber, da dieses Bewegungshinderniss mit der Geschwindigkeit fast quadratisch wächst, durch die beträchtlichen Druckhöhen des Thurmes sehr entscheidende Versuche angestellt werden konnten, bei welchen ebenfalls der Barometerstand zu beobachten war, für einfach cylindrische oder einfach konische Ausmündungen. Wenn man ihnen die vortheilhafteste konische Vormündung vorsetzte, so würde der Luftdruck freilich einen weit weniger beträchtlichen Einfluss behalten; indessen würde es immer wenig Mühe machen, den Barometerstand anzugeben.

Die allgemein gebräuchliche Contractionszahl der Plattenmündungen, 0,62, war bis zu den Turiner Versuchen hin nur aus Versuchen mit höchstens 3zölligen Mündungen abgenommen, welche keinen beträchtlichen Druckhöhen unterworfen

waren. Man hat die Frage aufgeworfen, ob jene Zahl *erstens* bei weitern Mündungen, und *zweitens* bei gröſsern Druckhöhen anders ausfallen möchte? Aus einleuchtenden Gründen *a priori* bin ich überzeugt, daſs in *beider* Hinsicht einige Verkleinerung jener Zahl in beiderlei Versuchen sich ergeben muſs, die aber in reinen und regelmäſsigen Versuchen nur sehr unbeträchtlich ausfallen kann. Einige Turiner Versuche geben, nach meinem Ueberschlage, die Verminderung zu groſs an, nach einigen andern fällt sie dagegen zu geringe aus. Es ist der Mühe werth, dieses durch einige Beispiele zu belegen.

Für den zweiten Fall, den der variirten Druckhöhen, finde ich die dafür angestellten Versuche des *jüngern* Michelotti von ihm selbst schon gehörig berechnet. Für den ersten Fall aber, den der variirten Mündungen, muſs ich einige Versuche des *ältern* Michelotti mit *ebenfalls kreisförmigen* Mündungen etwas anders berechnen, als es von ihm selbst geschehen ist, da er den Parameter der Parabel, als Geschwindigkeitsscala betrachtet, etwas zu klein angenommen hat.

Im 118. *Versuch* war die kreisförmige *Oeffnung* von *einzölligem* Durchmesser um ein weniges zu groſs gerathen, so daſs ihre Fläche die neben stehende Menge von Quadratzollen hielt.

$9^{r\,II}$	=	0,$^{II\,\prime\prime}$7500
+ $5^{q\,III}$	=	0, 0347
+ $2^{r\,III}$	=	0, 0011
	=	0, 7857

Die beständig gewordene (mittlere) *Druckhöhe* (bis zum Mittelpunkte der Mündung) war

$a = 11^{\mathrm{I}}$	=	11 Fufs.
$+\ 8^{\mathrm{II}}$	=	0,6666
$+\ 10^{\mathrm{III}}$	=	0,0694
$+\ 10^{\mathrm{IV}}$	=	0.0064
	=	11,7424

Dieser Höhe a, als freier Fallhöhe betrachtet, ist nach Prony's Tafel II. (*Neue Architectura Hydraulica* B. 2.) zugehörig die Geschwindigkeit $= 26,627$ Par. Fufs.

Der wirkliche *Ausflufs* war in der Minute

$5^{c\mathrm{I}}$	=	$5^{c\prime}$
$+\ 4^{s\mathrm{I}}$	=	0, 33333
$+\ 9^{b\mathrm{I}}$	=	0, 06250
$+\ 11^{c\mathrm{II}}$	=	0, 05537
Kub. Fufs		5, 40220

also $= 0{,}09033$ Kubik-Fufs in der *Sekunde.*

Hieraus finde ich durch logarithmische Rechnung die mittlere Geschwindigkeit in der Ausmündung $= 0{,}6197 \cdot \sqrt{4ga}$. Nach des Verf. Berechnung würde sich die Geschwindigkeit $= 0{,}6208 \cdot \sqrt{4ga}$ ergeben. Was ich gefunden habe, ist sehr übereinstimmend mit Bossut's und anderer Versuchen. Nämlich für die Versuche mit einzölligen Ausmündungen, blieb auch die Turiner Vorrichtung so gut als völlig regelmäfsig. Aber für *Versuch* 87, wo die kreisförmige Oeffnung *zweizöllig*, und um $\frac{1}{144}$ der Fläche ins zu Grofse correctibel war, übrigens die Druckhöhe $a = 11{,}724$ Fufs, fast wie vorhin; da finden wir, durch ähnliche Berechnung, die Geschwindigkeit *nur* $= 0{,}60204 \cdot \sqrt{4ga}$!

In *Versuch* 4. mit 6zölliger Kreismündung unter der Druckhöhe $a = 6{,}6736$ Fuſs, finde ich *dagegen* die Geſchwindigkeit wieder $= 0{,}6135 . \sqrt{4ga}$. Ja! Michelotti *der Sohn* hat ſie unter der gröſseren Druckhöhe $a = 135$ Zoll $= 11{,}22$ Fuſs, welche derjenigen in Verſuch 87 und 118 nahe kommt, *ſogar* $= 0{,}618 . \sqrt{4ga}$ gefunden; obgleich er den Parameter in der bei den franzöſiſchen Mathematikern üblichen Gröſse angenommen hat.

Hiermit iſt nun alſo auch durch den Erfolg die Unregelmäſsigkeit jener Verſuche erwieſen. *Regelmäſsig* ſind die Verſuche, wenn das Waſſer im Gefäſse durchaus ſo frei und geräumig bis zur *iſolirten*, *auch* von dem *Boden* des Gefäſses *weit genug entfernten*, Ausmündung hin ſich ſenken kann, daſs die Natur völlige Freiheit behält, den vortheilhafteſten Strudel zu bilden: denn es iſt offenbar, daſs man nur durch ſolche Vorrichtung den geringſten Kraftverluſt, welcher bei dem vortheilhafteſten Strudel Statt findet, der Natur ablernen kann. Der *einzige* Grund, weſshalb bei einer ſolchen zweckmäſsigen Vorrichtung dennoch bei weitern Ausmündungen, *deſsgleichen* bei höherem Waſſerſtande, die Geſchwindigkeit ſich vermindert, iſt nach meiner feſten Ueberzeugung lediglich in derjenigen *Friction* zu ſuchen, welche die Bewegung des Waſſers im Gefäſse ſelbſt, oberhalb an den Wänden des Gefäſses, unterhalb im innern Strudel leidet. Dieſer wahre Grund der Sache muſste unregelmäſsig ſtark wirken bei der

2zölligen Mündung, da bei ihr schon eine beträchtliche Geschwindigkeit entstand, welche in der *nur* 81 Quadratzoll weiten Marmoröffnung eine ziemliche Friction verursachte. Ueber diess aber dürfte für die 2zöllige Mündung, durch jene $2\frac{1}{4}$ Fuss lange Marmoröffnung auch schon die freie Bildung des Strudels in etwas gehindert, also auch dadurch die Geschwindigkeit unregelmässig vermindert werden.

Woher nun aber die entgegen gesetzte Wirkung bei der 6zölligen Mündung? Antwort: Man denke sich die ganze Marmoröffnung, welche 27 Zoll lang, 9 Zoll breit, und 9 Zoll hoch war, und in ihrem äussersten Durchschnitte *nur* bis auf jene kreisförmige 6zöllige Oeffnung verschlossen wurde: so wird man gern zugestehen, dass diese Mündung nicht mehr für eine kreisförmige *isolirte Plattenmündung* von 6 Zollen gelten kann; sondern schon eine parallelepipedälische Ausmündung, 81 Quadratzoll weit, ausmacht, die aber durch die kreisförmige äussere Oeffnung sehr *unregelmässig verjüngt* wurde, und desshalb *für ihre Weite* von 81 Quadratzollen einen *sehr geringen*, für ihre 6zöllige Weite aber einen etwas zu *grossen* Ausfluss gab! Wäre die Unregelmässigkeit noch etwas grösser gewesen, so würde man sich vermuthlich gehütet haben, den Erfolg dieser Ausmündung noch als einen Erfolg einer blossen Plattenmündung mit aufreihen zu wollen!

Diese Unregelmäſsigkeit der Ausmündung muſste freilich weniger merklich werden, wenn man, wie Michelotti, *der Sohn*, mit *einerlei Ausmündung* unter *verſchiedenen Druckhöhen* Verſuche anſtellte: daher er durch ſeine dahin gehörenden Verſuche den wahren Satz beſtätigt fand, daſs mit gröſserer Druckhöhe die Zahl K in dem Geſchwindigkeits-Ausdrucke $K.\sqrt{4ga}$, ſich vermindert. Aber, da auch hier in der Marmoröffnung eine unzweckmäſsige Geſchwindigkeit ſchon vor der Ausmündung erzwungen wurde: ſo muſste auch hier die Verminderung gröſser ausfallen, als ſie bei regelmäſsig iſolirten Plattenmündungen ſich ergeben wird. Die Urſache dieſer Verminderung glaubt er darin zu finden, daſs bei gröſserer Druckhöhe die convergirenden Strahlen des Strudels (um uns kurz auszudrucken) ſtärker gegen einander gedrückt werden. Aber, auch diejenigen Drükkungen, welchen gemäſs am Ende die Richtung der mittlern Geſchwindigkeit wirklich reſultirt, ſind ja *ebenfalls* der *Druckhöhe proportional* zunehmend! Daher hieraus vielmehr erhellet, daſs, in bloſser Hinſicht der Druckhöhen, für die gröſseren ſich der Strudel eben ſo wie für die kleinern bilden müſste. Nein, der einzige Grund der verminderten Geſchwindigkeit, ſowohl bei weiterer Ausmündung als bei gröſserer Druckhöhe, iſt gewiſs nur darin zu ſuchen, daſs durch beides die Geſchwindigkeit der Waſſerbewegung im Gefäſse und im Strudel, alſo auch die dabei vorfallende

Friction vermehrt wird. Man habe diesen Grund gefaſst, und habe auch das Unregelmäſsige der gebrauchten Mündungen vor Augen: so wird man einsehen, daſs *beide* Michelotti die beobachteten Erscheinungen in mehrfacher Hinsicht unrichtig beurtheilen. Gleichwohl kommt bei der schlüpfrigen Experimentalhydraulik so gar viel darauf an, daſs die Natur aus richtigen Gesichtspunkten befragt werde.

Kehren wir nun noch ein Mahl zu den cykloidisch gekrümmten Vormündungen zurück, und denken uns diese *innerhalb jener Marmoröffnung* eingelegt: so ist es sehr einleuchtend, daſs mit diesen *weitern* Vorsätzen die Marmorwände in eine noch nähere Verbindung gerathen, als mit den bloſsen Plattenmündungen; daher man hier sogar schon bei den einzölligen Ausmündungen etwas ungewiſs wird, was die cykloidischen Vorsätze eigentlich geleistet haben.

Nunmehr erst werde ich das Urtheil äuſsern dürfen, daſs durch alle die vielen, mit so redlicher Sorgfalt angestellten, aufgezeichneten und berechneten *Thurm*versuche, für die hydraulische Theorie und Praktik kaum eine weitere Ausbeute gewonnen wird, als diese: daſs eine einzöllige Mündung, auch wenn von ihrem Mittelpunkte einige Wände des Gefäſses nicht über $4\frac{1}{2}$ Zoll abstehen, dennoch für eine *isolirte* Mündung gelten kann, das heiſst, für eine solche, vor welcher auf die Bildung des innern Strudels die Wände des Gefäſses keinen

merklichen Einflufs haben. Diefe Folgerung wage ich defshalb zu ziehen, weil die Turiner Verfuche durch *einzöllige* Mündungen mit den fchon bekannten Verfuchen von Boffut und andern *für diefe* Folgerung hinreichend übereinftimmen.

Keinesweges dürfen wir aber uns entfchlieſsen, die aus Boffut's kleineren Verfuchen bisher gefolgerten Contractionszahlen defshalb vermindern zu wollen, weil aus den gröfsern Turiner Verfuchen fie fich geringer ergeben! Das dürfen wir nicht, weil ja für die gröfsern Verfuche die prismatifch eingehende Marmoröffnung eine zweifache Alteration verurfachte! Da man gleichwohl die allgemeinen Durchfchnittsregeln der Hydraulik weit lieber aus den gröfsern als den kleinern Verfuchen abstrahiren möchte: fo würde die Turiner Behörde ein ruhmwürdiges Verdienft um die Hydraulik fich zueignen, wenn fie mit ihren weiten Mündungen und grofsen Druckhöhen *neue Verfuche* anftellen wollte, nachdem die Marmoröffnung bis zur Unfchädlichkeit erweitert wäre. Dafs befonders für den Ausflufs durch *Röhrenmündungen* neue Verfuche zu wünfchen find, erhellet um fo mehr, da nach nunmehr bekannter, oben angeführter, Erklärung der Sache, auch die bisherigen Normalverfuche von du Buat nicht genügen; fondern auf den Barometerftand zu achten ift. Michelotti *der jüngere* äufsert, dafs der Ausflufs durch Röhren eine blofse Neugierde fey. Aber die Röhrenmündungen find ja für die Praxis un-

gleich wichtiger, als die bloſsen Plattenmündungen. Am wichtigſten für die Praxis ſind die cylindriſchen Ausmündungen mit vorgeſetzter vortheilhafteſten koniſchen Mündung. Bei ihnen dürfte, nach meinem vorläufigen Ueberſchlage, die mittlere Geſchwindigkeit des Ausfluſſes bis auf $= 1{,}06 . \sqrt{4gh}$ allenfalls hinan kommen können, wobei der Theil $0{,}08 . \sqrt{4gh}$ durch den Druck der Luft geleiſtet würde; indem die koniſche Mündung allein ſchwerlich über $0{,}98 . \sqrt{4gh}$ jemahls leiſten wird. Es kann nämlich in *dieſe* cylindriſche Röhre nicht viel ſaugende Kraft entſtehen.

Bei den neu anzuſtellenden Verſuchen wäre ſehr zu wünſchen, daſs die Turiner Mathematiker nicht bloſs die franzöſiſchen, ſondern auch die deutſchen Hydrauliker, einen Eytelwein, Langsdorf, Woltmann u. ſ. w. benutzen möchten; wobei ich aber im Voraus eingeſtehen will, daſs bei den meiſten deutſchen, vielleicht hauptſächlich nur Eytelwein ausgenommen, noch mehrere Uebereilungen, als bei den franzöſiſchen Hydraulikern vorkommen: *denn* die deutſchen Gelehrten ſind meiſtens mit übermäſsigen täglichen Amtsarbeiten beladen, und ſind nur ſelten in dem Falle, unter günſtigen Umſtänden ſchriftſtelleriſch arbeiten zu können!

Obgleich ich dieſes Mahl nur von den Thurmverſuchen handeln wollte: ſo muſs ich doch unſere Praktiker gegen einen anderweitigen Verſuch am Ende der letzten Abhandlung warnen. Ihr Verf.,

Michelotti *der jüngere*, hat auch Verſuche über den *Waſſerſtoſs* angeſtellt, und verſichert, die Theorie des Hrn. Lagrange völlig beſtätigt gefunden zu haben; ſo daſs man *bei allen durch Waſſer in Umtrieb geſetzten Maſchinen, für die bewegende Kraft, das doppelte Gewicht der Waſſerſäule, welche die getroffene Oberfläche des Körpers zur Grundfläche hat, mit aller Gewiſsheit annehmen kann.* Schon Euler hatte, wie Lagrange, die *doppelte* Geſchwindigkeits-Höhe als den einen Factor durch ſeine Theorie unter der Vorausſetzung gefunden, daſs die ſämmtlichen ſtoſsenden Waſſerſtrahlen auf der geſtoſsenen Ebene ſich dergeſtalt verbreiten können, daſs ſie ihre ſämmtliche Geſchwindigkeit gegen die geſtoſsene Ebene verwirken. Durch Langsdorf's hierher gehörige Verſuche wiſſen wir, daſs dazu die Ebene faſt vier Mahl gröſser, als der Durchſchnitt des Stromes ſeyn muſs. Iſt ſie nur eben ſo groſs, wie bei vielen Maſchinen, ſo kommt man gewöhnlich auf die einfache Geſchwindigkeits-Höhe herab.

Ich habe mich hier allenthalben kurz ausdrucken müſſen, ſonſt würde ich, meiner lebhaften Hochachtung für die beiden Michelotti gemäſs, meinen Tadel durch mehrere Umſtändlichkeit gefälliger eingeleitet haben.

Büſſe.

IV.

BESCHREIBUNG

eines Instruments zum Messen einer sehr kleinen Menge von Elektricität;

von dem

Doctor Kleefeld zu Danzig.

Die folgende Vorrichtung hat mir schon oft Nutzen gewährt, und ist vielleicht auch für Andere von Werth, sollte auch der geübte Physiker und Experimentator ihrer nicht bedürfen. Sie räumen ihr daher wohl einen Platz in Ihren schätzbaren *Annalen* ein.

Die grosse Schwierigkeit, kleine Elektricitätsquanta, von deren Daseyn man sich oft erst durch den Condensator überzeugen muss, ihrer *Art* nach, ob sie nämlich + oder — *E* sind, zu unterscheiden, hatte in mir oft den Wunsch nach einer Vorrichtung erregt, welche mir dieses mit Gewissheit andeutete. Die gewöhnliche Prüfung mit einer oder zwei Korkkugeln, deren *E* bekannt ist, ist zu unzuverlässig; kleine Elektricitätsquanta wirken oft gar nicht auf eine solche Kugel, und ein unverhältnissmässig grösserer Grad zieht einen geringern der gleichen *E* oft eben so gut an, als die entgegengesetzte *E*, und so auch umgekehrt. Ich sann also auf eine Vorrichtung, wodurch ich das zu untersuchende Elektricitätsquantum zwischen *gleich gro-*

ſse Quanta von + und — *E* bringen konnte, *die* beide jenem in *gleicher Zeit* durch *gleiche Räume* genähert würden, damit der Erfolg des Anziehens und Abſtoſsens um ſo viel gröſser, und auch um ſo viel unzweideutiger wäre. Mir ſcheint es, als habe ich dieſe Aufgabe durch folgendes Inſtrument vollkommen aufgelöſet.

Der Grundriſs (Fig. 1. Taf. III.) zeigt das Inſtrument offen, ehe man die Unterſuchung damit anſtellt. Das viereckige, $\frac{1}{2}$ par. Zoll dicke Brett *AA* hat 8 Zoll Seite, und iſt, damit es ſich nicht werfen kann, aus 2 Mahagonybrettchen kreuzweiſe zuſammen geleimt. In der Rinne *ec* läuft der Schieber *a*, der $2\frac{1}{4}$ Zoll lang und $\frac{2}{3}$ Zoll breit iſt. Hier iſt er nach dem Punkte *Z* geſchoben und der Raum *d* alſo leer. Dieſen Raum nimmt der Schieber beim Gebrauche ein (vergl. Fig. 2.), wenn man ihn mittelſt des Knopfes *b* bis an das Leiſtchen *e* zieht, das darum vorgeleimt iſt, damit der Schieber nicht zu weit heraus gezogen und die meſſingenen Eicheln (in Fig. 2.) nicht zu nahe an einander gebracht werden können. Am Ende des Schiebers (das in Fig. 1. punktirt angedeutet iſt, weil es wegen der beiden gabelförmigen Schenkel, die darüber laufen, nicht zu ſehen iſt) iſt ein Meſſingſtift, *c*, eingeſchroben, von 1 Zoll Länge, auf welchen die Gabeln *f*, *f* aufgeſteckt werden. Ueber beide ſchraubt man die Schraubenmutter *t* (Fig. 2.) ſo loſe auf, daſs die Bewegung nicht ſchwer wird. Der Winkel an der —*E*-Seite liegt

platt auf dem Brette auf, der andere von der +E-Seite liegt auf jenem und hat bei *f* ein Klötzchen von $\frac{1}{3}$ Z. unter sich, um über den andern, der auch so dick ist, fortgehen zu können. In *f*, *f*, den Scheitelpunkten der Winkel, sind beide durchbohrt und auf 1 Z. lange Thermometerröhrchen, die ins Brett geleimt sind, gesteckt, um auf dieser glatten Oberfläche eine recht leichte Bewegung zu gestatten. In *g*, *g* stecken 5 Zoll lange Thermometerröhren, mit ihren messingenen Eicheln *p* (Fig. 2.). Jede Eichel ist $1\frac{1}{2}$ Z. lang und $\frac{1}{2}$ Z. dick. In beiden sind die Röhren $\frac{1}{2}$ Z. tief eingekittet. Auf der +Seite geht die Röhre so viel durchs Holz durch, als das Klötzchen bei *f* hoch ist; auf der — Seite ragt sie höchstens $\frac{1}{4}$ Linie hervor, um die Friction so viel möglich zu vermindern; zu welchem Ende auch beide zugeschmolzen sind. Endlich ist *h* das Schraubenloch für den Träger *hn* (Fig. 4.) des Volta'schen Elektrometers, *r*, und Condensators, *ss*; und *i* (Fig. 2.) das Loch für die gebogene Glasstange mit dem Knopfe, *ikl*. Ueber dem Punkte *Z* hängt der Strohhalm *m*, dem sich beide Eicheln *p* beim Gebrauche nähern.

Der Aufriss (Fig. 2.) stellt das Instrument von der Seite und geschlossen vor. Hat man nämlich die zu untersuchende *E* der Kugel *l*, und also auch dem Strohhalme *m*, mitgetheilt, (ist das Quantum zu klein, so bedient man sich dabei des Condensators), so fasst man den Knopf *b* des offnen Instruments (nachdem die Eicheln *p* geladen sind, wovon nach-

her) und zieht ihn bis an das Leiſtchen *e*. Der Schieber *a* (Fig. 1.) nimmt dann alſo den Raum *d* ein, und indem der Stift *c* beide Gabeln nach den Knopfe *b* bewegt, nähern ſich beide Eicheln *p* (Fig. 2.) dem Strohhalme *m*, und kommen über dem Punkte *Z* ſehr nahe zuſammen. Während dieſer Bewegung geht der gabelförmige Schenkel von der +*E*-Seite über den von der —*E*-Seite weg, ohne daſs ſie ſich hindern.

Iſt das zu unterſuchende Elektricitätsquantum hinlänglich, um der Kugel *l* merklich genug mitgetheilt werden zu können, ſo bedient man ſich der Glasröhre *ikl*. Sie iſt 3 Linien dick, hat unten eine hölzerne Schraube *i*, auf deren Zapfen ſie geleimt iſt, und durch welche ſie in das Loch *i* des Brettes eingeſchroben wird. Ihre ganze Höhe beträgt 8 Zoll. Bei *k* iſt ſie in einen rechten Winkel gebogen und in ihre vordere Oeffnung iſt die Kugel *l* mit einem Zapfen eingelackt. Dieſe Kugel hat $\frac{1}{4}$ Z. im Durchmeſſer, und es hängt an ihr, wie in einem Volta'ſchen Strohhalm-Elektrometer, ein Strohhalm, *m*, an einem ſehr feinem Silberdrahte in einem Häkchen.

Muſs man die zu prüfende Elektricität zuvor condenſiren, und fürchtet einen Verluſt, indem man die *E* vom Condenſator zur Kugel überträgt, ſo ſchraube man die Glasröhre *il* heraus, und ſchraube dafür bei *h* den hölzernen Stock *hn* ein. Dieſer trägt ein viereckiges Meſſingblech *qq* mit aufgebogenen Rändern, und unten eine Tille *n*,

in welche der Stock feſt geleimt iſt. In die Platte ſetzt man das Volta'ſche Strohhalm-Elektrometer *r* mit der Condenſatorplatte *ss*. An der untern Platte hängt ebenfalls ein Strohhalm *n*, wie an der Kugel *l*. Hat man auf die gewöhnliche Art die unmerkliche *E* condenſirt, und zeigt das Elektrometer ihren Grad an, ſo nähert man, um ihre *Art* zu unterſuchen, beide Eicheln durch Anziehen des Knopfes *b*.

Dieſen beiden Eicheln *p*, *p* muſs man vorher ſuchen eine gleich groſse Menge, der einen von + *E*, der andern von — *E* zu geben, und das glaube ich auf folgende Art am beſten zu bewerkſtelligen. Man nimmt eine kleine Flaſche, wenn auch nur von 12 □Zollen Beleg, die einen iſolirenden Griff von Glas am äuſsern Belege hat, und ladet ſie inwendig mit + *E*. Nun faſst man ſie bei dieſem Griffe an, und bringt ſie an die beiden Eicheln *pp* des offnen Inſtruments (wie es in dem Grundriſſe Fig. 1. gezeichnet iſt), ſo daſs der innere Knopf die Eichel rechter Hand, und das äuſsere Beleg die Eichel zur linken Hand berührt, und beide Funken erhalten. *Beiden* Eicheln werden auf dieſe Art *gleich ſtarke Grade* von *E*, nur der einen + der andern — *E*, mitgetheilt.

Da nun *beide* durch den Mechanismus des Inſtruments in *gleicher Zeit* durch *gleiche Räume* dem Strohhalme genähert werden, ſo muſs ſchon in einiger Entfernung die eine Eichel, zum Beiſpiele, die mit + *E* geladen iſt, den Strohhalm,

wenn die zu unterſuchende E auch $+E$ wäre, eben ſo ſtark abſtoſsen, als die andere $-E$-Eichel ihn anzieht. Die Bewegung des Strohhalmes wird alſo eigentlich doppelt ſo groſs, aber auch um ſo viel auffallender, und der Erfolg um ſo viel zuverläſſiger.

Es ſcheint mir, als leiſte dieſes Inſtrument alles, was man fordern kann, und zwar mit einer Sicherheit, die nichts zu wünſchen übrig läſst. Das meinige entſpricht ganz meinem Bedürfniſſe. Die hier angegebenen Maſse ſind von dem meinigen abgenommen; die Gröſse des Volta'ſchen Strohhalm-Elektrometers, deſſen man ſich hierbei bedienen will, kann einige kleine Unterſchiede geben. Die Hauptſache iſt die, daſs der Strohhalm über dem Punkte Z hänge.

Sollte das Inſtrument in den Gebrauch kommen, ſo würde ich den Namen *Elektricitäts-Prüfer*, oder, da doch alles recht gelehrt klingen muſs, *Elektrognomon* vorſchlagen.

V.

Zusammenhalt (Tenacität) der dehnbaren Metalle,

aufs neue bestimmt

von

Guyton Morveau;

und über die Veränderung der Dichtigkeit des Bleies beim Hämmern, und die Einwirkung des Wassers auf dieses Metall.

Ausgezogen aus einer Vorlesung in der physikal. mathemat. Klasse des Instituts, und frei übersetzt von Gilbert.

Der Verfasser dieser Abhandlung findet in einigen neuen vorzüglich geschätzten Werken Angaben über die Tenacität einiger Metalle, die sehr von denen abweichen, welche er aus seinen Versuchen (die in den *Ann. de Chim.* t. 25. abgedruckt sind) abgeleitet hatte. Die Wichtigkeit des Gegenstandes bestimmte ihn zu einer neuen Prüfung, deren Resultate er dem Institute in gegenwärtiger Abhandlung mittheilt, zugleich mit einigen Bemerkungen, welche dazu dienen, die synoptische Tafel der charakteristischen Eigenschaften der Metalle, welche er für seine Vorlesungen in der kaiserl. polytechnischen Schule entworfen hatte, zu vervollständigen. Er weiſs zwar wohl, daſs Künstler, die von den Metallen Gebrauch machen wollen, sich bei ihren Ueberschlägen nicht an das *Maximum* der Kraft der Cohäsion derselben halten dürfen, da die Me-

talle, wegen nicht zu vermeidender zufälligen Unvollkommenheiten, immer weit eher reißen oder brechen, als sie es nach diesen Bestimmungen sollten, daher man sie immer stärker machen muss; wohl aber bestimmt das Verhältniss des Zusammenhalts, worin sie gegen einander stehen, die Wahl des Künstlers im Allgemeinen, und giebt ein schätzbares Mittel ab, den Grad ihrer Reinheit, und die Eigenschaften, welche sie durch die Bearbeitung erhalten haben, zu beurtheilen.

Herr Thomson giebt in seinem *Systeme der Chimie* (franzöſ. Ueberſ. Th. 1. S. 151. und 262.) das Verhältniss der Cohäsion für *Kupfer*, *Platin*, *Silber* und *Gold* eben so an, als es Herr Guyton Morveau gethan hat. Im Artikel *Eisen* steht auch für dieses Metall die Guyton'sche Bestimmung; da aber, wo von den Eigenschaften der Metalle gesprochen wird, setzt er für das Eisen eine Zahl an, welche fast um $\frac{2}{5}$ zu klein ist, und der zu Folge die Kraft der Cohäsion des Eisens kleiner als die des Kupfers seyn würde.

Was die andern Metalle betrifft, so giebt das erwähnte Werk für ihre Cohäsion Verhältnisse, welche Hr. Guyton Morveau nicht anerkennt. Er zeigt, dass die Angabe für das *Zinn* viel zu hoch ist; sie ist wahrscheinlich von Musschenbroek entlehnt, ohne dass ein Grund angegeben wird, warum der Verfasser gerade diese Zahl unter mehrern sehr verschiedenen auswählte. Selbst für das

zu Draht gezogene Zinn muſs ſie um ⅓ vermindert werden.

Nach Hrn. Thomſon ſoll *Blei*draht von 2 Millimeter Durchmeſſer ein Gewicht von 8,810 Kilogrammes tragen. Hr. Guyton Morveau bemerkt, daſs dieſes zu viel oder zu wenig iſt, je nach dem jene Dicke die anfängliche des Drahtes, oder die im Augenblicke des Zerreiſsens iſt. Dieſe Eigenthümlichkeit des Bleies, welche darauf beruht, daſs das Blei weich iſt, und ſich leicht in die Länge zieht, erklärt ſich ſehr gut aus dem von Coulomb aufgeſtellten Grundſatze *); daſs die Kraft der Cohäſion nicht merklich vermindert wird, wenn die Dehnbarkeit eines Metalls den Theilchen deſſelben erlaubt, über einander hinzugleiten, ohne daſs ſie ſich abtrennen. Dieſer Grundſatz macht, daſs das Wunderbare davon verſchwindet, daſs der Zuſammenhalt bei Verminderung der Dichtigkeit ſcheinbar zunimmt, und weiſet auf das Verhältniſs der Dimenſionen, ſo wie ſie im Augenblicke des Zerreiſsens ſind, wenn das Gewicht den Draht verlängert hat, als auf das wahre Maſs der Kraft der Cohäſion hin.

Die Tenacität des *Zinks* genau zu beſtimmen, war gerade jetzt von beſonderem Intereſſe, da man darauf auszugehen ſcheint, ihn zur Bedeckung von Dächern an die Stelle des Bleies zu ſetzen.

*) In ſeinen theoretiſchen und experimentalen Unterſuchungen über die Kraft der Windung der Metalldrähte u. ſ. w. *Mém. de Paris, A.* 1784. *Guyt.*

Auch hielt ihn Smeaton für das schicklichste Metall zur Compensation der Ausdehnung durch die Wärme, wegen seiner grossen Ausdehnbarkeit durch Erhöhung der Temperatur. Schon Markgraf hatte in den Schriften der Berliner Akademie auf das Jahr 1746 das Verfahren gelehrt, ihn rein und dehnbar darzustellen *). Bis jetzt war indess die Tenacität desselben in diesem Zustande noch nicht untersucht worden, und man kannte auch nicht einmahl entfernt die Cohäsion seiner Theilchen. Musschenbroek hatte sich zu seinen Cohäsionsversuchen bloss Goslarschen Zinkes bedient; aus ihnen berechnet Hr. Thomson die Tenacität eines dünnern Zinkstabes, setzt sie aber um $\frac{1}{6}$ höher an, als es nach dem Verhältnisse des Quadrats der Dicke hätte geschehen müssen; und doch bleibt diese Angabe noch tief unter der Wahrheit, für reinen Zink, er sey gewalzt, zu Draht gezogen, oder bloss gehämmert. Hr. Guyton Morveau hat ihn in diesen drei Zuständen untersucht. Zu seinen Versuchen diente ihm zuerst ein geschmiedeter Stab aus Zink, welchen Herr Vauquelin gereinigt hatte; dann limburgscher Zink in Platten, welchen er durch Hrn. Decostils erhielt; endlich gewalzter und zu Draht gezogener Zink aus der Drahtzieherei der HH. Praire und Tournu. Das Mittel aus

*) Im Grossen in den Gang gebracht haben dasselbe erst die HH. Hobson und Sylvester zu Sheffield seit 1805 (s. *Ann.* J. 1809. St. 3. S. 330.); auch in Frankreich verfertigt man jetzt schöne polirte Zinkfolie. *Gilbert.*

acht Versuchen giebt für den reinen dehnbaren Zink eine Cohäsion, die der des Goldes zunächst steht, wie man aus der folgenden Tafel ersieht. Sie ist das Resultat aller Thatsachen, durch welche die Reihe der Cohäsion der dehnbaren Metalle bestimmt, und das Maſs ihrer Tenacität gegeben wird.

Ein cylindrischer Draht von 2 Millimeter (0,887 par. Linien) Durchmesser aus	trug, bis er riſs, ein Gewicht von Kilogramm.	par. Pf. *)
Eisen	249,659	(510,2)
Kupfer	137,399	(280,7)
Platin	124,690	(254,7)
Silber	85,062	(173,8)
Gold	68,216	(139,3)
Zink	49,790	(101,7)
Zinn	15,740	(32,1)
Blei { nach der Bruchfläche	12,555	(25,6)
Blei { nach der anfänglichen Dicke zu rechnen	5,623	(11,5)

Hr. Guyton Morveau wünschte ebenfalls den *Nickel* in diese Tafel aufzunehmen; denn auch dieses Metall gehört jetzt zu den dehnbaren, und muſs der Schätzung des Hrn. Richter zu Folge eine sehr beträchtliche Tenacität haben. Er fand indeſs bei seinen Versuchen den Zusammenhalt eines 2 Millim. dicken Nickeldrahtes nur 47,67 Kilogrammes (97,38 par. Pf.). Doch hatte das Stückchen Nickel, welches ihm von Vauquelin zugestellt

*) Die alten Maſse und Gewichte habe ich hier zur Bequemlichkeit der deutschen Leser beigefügt. *Gilbert.*

worden war, und das er als völlig rein ansah, beim Walzen nicht ganz die Dehnbarkeit gezeigt, die Hr. Richter dem Nickel zuschreibt. Er glaubte also entscheidendere Versuche abwarten zu müssen, bevor er dem Nickel seine Stelle in dieser Reihe anweiset.

Zwei Bemerkungen über das Blei.

Zwei Gegenstände, auf welche der Verfasser geleitet wurde, als er sich mit dieser Arbeit beschäftigte, haben ihm Veranlassung zu Untersuchungen gegeben, welche wichtige Abschnitte seiner Abhandlung ausmachen.

Die erste betrifft die *Verminderung des specifischen Gewichtes, welche das Blei erleidet, wenn es gehämmert wird.* Musschenbroek hat sie durch viele Versuche erwiesen, und Hr. Thomson bekennt, dass die Ursache dieser Verminderung noch unbekannt sey. Für Hrn. Guyton Morveau hatte es ein besonderes Interesse, diese Anomalie aufzulösen, da eine Thatsache, welche er in einer Abhandlung anführt, die in den Schriften des Instituts, zweites Semester 1806, abgedruckt ist, damit in Widerspruch zu stehen schien: nämlich eine Kugel, welche mit einem Ringe von Blei versehen war (*portant bague de plomb*), hatte der vereinten Kraft von vier Männern widerstanden, welche sich umsonst bemüheten, sie auf den Boden des Laufes herab zu bringen.

Er überzeugte sich zuerst von der Wirklichkeit dieser Verminderung der Dichtigkeit des

Bleies, und bestimmte genau die Umstände, von welchen sie begleitet wird, wenn man das Blei unter dem Hammer treibt, durch ein Streckwerk gehen läfst, durch einen Drahtzug zieht, oder unter einem Balancier prefst. Er nahm hierbei wahr, dafs diese Wirkung nur aus dem Grunde erfolgt, weil das Blei so leicht weich wird, und dadurch dem Drucke selbst dann entweicht, wenn man es in einem Ringe (*virole*) legt und prefst, wie sich deutlich aus der Menge der Masse ergab, die bei jedem Pressen in die Höhe stieg. Um noch einen directen Beweis für diese Erklärung zu erhalten, liefs er runde Bleischeiben in einem sehr starken Ringe pressen (*frapper des flans de plomb dans une très forte virole*), worin sie zwischen zwei eisernen Scheiben genau eingeschlossen waren. Nunmehr nahm bei dem Pressen die Dichtigkeit des Bleies allmählich zu, von 11,358 bis 11,388.

Man ersieht hieraus, dafs, wenn das Blei in einem Raume erhalten wird, aus dem es nicht nach Art, als wäre es flüssig geworden, entweichen kann, es gleich den andern dehnbaren Metallen einen Grad von Druck zu erhalten vermag, durch den die Theilchen einander näher gebracht werden, und das specifische Gewicht desselben vergröfsert wird.

Die *schnelle Einwirkung, welche das Wasser auf das Blei äufsert*, ist der zweite Gegenstand, der die Aufmerksamkeit des Hrn. Guyton Morveau auf sich gezogen hat. Wenn er Blei an der hydro-

ſtatiſchen Wage in deſtillirtem Waſſer hängen hatte, nahm dieſes in kurzer Zeit ein ſchwach-milchiges Anſehen an, und mit der Zeit ſchlugen ſich daraus weiſse Flocken nieder.

Schon mehrere hatten bemerkt, daſs Blei im Waſſer eine Veränderung erleidet. Beaumé hat das Produkt dieſer Veränderung, das ſich in bleiernen Fontainen abſetzt, zwar für Selenit gehalten, aber Cadet erklärte es für ein Bleiſalz; Milly fand es hauptſächlich an der Oberfläche der Dekkel dieſer Fontainen; und Luzuriaga und Delaville haben Bleioxyd erhalten, als ſie gekörntes Blei mit ein wenig Waſſer in einem Gefäſse ſchüttelten, in das ſie Luft hinein lieſsen. Keiner dieſer Chemiker hatte indeſs noch die Einwirkung reinen Waſſers auf das Blei unterſucht, und keiner von ihnen geahndet, daſs das Phänomen an dieſe Bedingung gebunden iſt.

Der Verfaſſer hat ſich durch eine Reihe von Verſuchen, von denen er das Verfahren und die Reſultate angiebt, vergewiſſert, daſs deſtillirtes Waſſer freiwillig, und ohne geſchüttelt zu werden, auf das Blei wirkt; daſs dieſe Einwirkung des deſtillirten Waſſers auch auf Blei Statt findet, das man aus ſalzſaurem Blei reducirt hat, und in Glasgefäſsen, — alſo unter Umſtänden, welche allen Einfluſs von Galvanismus ausſchlieſsen; daſs ſie aber gänzlich ausbleibt, wenn man aus dem deſtillirten Waſſer durch Kochen oder unter dem Recipienten der Luftpumpe alle Luft ausgetrie-

ben hat, und eben so (auch wenn es nicht gekocht worden) von dem Zeitpunkte ab, wenn alle Luft, die das Wasser hergeben konnte, verzehrt ist; dass sie in beiden Fällen aber sogleich wieder eintritt, wenn man aufs neue Luft zu dem Wasser zutreten läst. Endlich fand er, dass die Gegenwart eines jeden Neutralsalzes, es sey schwefelsauer, salpetersauer, oder salzsauer, die Einwirkung des Wassers auf das Blei verhindert, die Menge des Salzes sey auch noch so geringe, (so z. B. schon ein Antheil von 0,002 schwefelsauren Kalks,) und dass man es lediglich hieraus zu erklären hat, warum sich das Blei im Wasser der Seine und in dem Brunnenwasser, ohne Veränderung zu leiden, in offenen Gefäsen so gut als in verschlossenen erhält. Und diese Wirkung ist so ausgezeichnet, dass das Blei zu den zuverlässigsten Reagentien, um die Reinheit des Wassers zu prüfen, gehört, voraus gesetzt, dass das Wasser keine überschüssig-sauren Salze enthält.

Was die Natur des Produkts betrifft, das durch diese Einwirkung des destillirten Wassers auf Blei entsteht, so geht in diesem Falle offenbar eine Oxydirung des Bleies vor sich; doch geschieht diese Oxydirung nicht auf Kosten des Wassers, wie bei dem Eisen und bei dem Zinke, welche beide Metalle sich im gemeinen Wasser so gut als im destillirten, ja selbst in Wasser, das aller Luft beraubt ist, oxydiren. Das Produkt einer solchen Oxydirung des Bleies ist indess kein blosses und reines

Oxyd; vielmehr ist der Verfasser geneigt, zu glauben, dass es von der Natur der *Hydrate* ist *). Dazu bestimmen ihn: die Leichtigkeit, die flokkige Gestalt und der Silberglanz des Produkts; die krystallisirten Pünktchen, welche man an der Oberfläche der sich absetzenden flockigen Masse wahrnimmt; der bleiglasartige Zustand und die goldgelbe Farbe, welche dieses Produkt beim Erhitzen annimmt; die Schnelligkeit, mit der es beim Annähern einer Schwefel-Wasserstoff-Verbindung das Ansehen von Bleiglanz in glänzenden Schuppen erhält; und endlich der Umstand, dass, wenn man es lange Zeit über an der Luft getrocknet hat, und dann in die Sonnenwärme bringt, Wassertröpfchen sich daraus entbinden. Noch kommt dazu das geringe Aufbrausen, welches sich zeigt, wenn man Säuren darauf bringt.

*) So nennt man bekanntlich, nach dem Vorbilde des Hrn. Proust, chemische Verbindungen von Wasser mit Metalloxyden, oder alkalischen und ähnlichen Körpern.

Gilbert.

VI.

Auszug aus einem Schreiben des Professors Lüdicke. *Meissen*, 12 *Febr.* 1810.

— — Die Farbenversuche und die Berechnungen derselben, welche Sie hier als Fortsetzung meiner *Untersuchungen über die Mischung der prismatischen Farben* erhalten, haben mir so viel Arbeit gemacht, dass ich die darauf gewendete Zeit bedauern würde, wenn ich nicht hoffen dürfte, etwas Nutzbares geliefert zu haben. Die erste Abtheilung, über die Entstehung des prismatischen Farbenbildes, welche den Beweis liefert: dass zwei gebeugte Hauptstrahlen das Bild hervor bringen, wird Ihnen nicht minder als mir, sehr nützlich zur Verbesserung der Farbentheorie scheinen. Die Newton'sche verschiedene Brechbarkeit des Lichts überhaupt muss nunmehr bloss von dem gebeugten Lichte gelten. Jedoch ich setze ohnehin diesen Gegenstand noch fort, und habe nun schon ein *Chromaskóp*, eine Art von *Camera obscura*, welche ein grosses Prisma von Flintglas enthält, verfertigt, um diesen Gegenstand noch näher zu bestimmen; habe auch das Instrument so eingerichtet, dass es, so viel als möglich, ein *Chromameter* seyn kann. Doch ich will nichts mit Zuverlässigkeit versprechen, weil ich meiner hinfälligen Gesundheit nicht viel zutraue. In Heft 1. dieses Jahrs fehlt S. 2. Z. 6. das Wort *bestätigt*. S. 3. Z. 4. lies *waren* statt *war*, und S. 14. Z. 4. *kamen* statt *kam*.

VII.

Physikalische Preisfragen der Göttinger Societät der Wissenschaften.

In der Versammlung am 4. Nov. 1809 zur 58. Feier des Stiftungstages der Societät, sollte der Preis zuerkannt werden, über die bereits im J. 1806 aufgegebene, und zum zweiten Mahle auf diesen November bekannt gemachte, Preisaufgabe der physikalischen Klasse: *Welchen Einfluss haben Sauerstoffgas, Stickgas, und die andern Gasarten auf die Erregung der Elektricität durch Reibung, und wie verhalten sich andere elektrische Erscheinungen, z. B. Anziehen und Abstoßen, Funken, Strahlenbüschel u. s. w. in den vorzüglichsten Gasarten?* Da bereits vorhin eine gelehrte französische Schrift eingegangen war, welche allerdings um den Preis werben konnte, nur daß mehr Genauigkeit der Versuche und Prüfungen nach den darüber gemachten Erinnerungen gewünscht wurde (s. diese *Annalen*, B. 30. S. 107.): so sieht sich die Societät desto mehr verlegen, daß weder diese neu bearbeitete, noch eine andere Beantwortung der Frage eingegangen war.

Einen günstigern Erfolg erwartete die Societät für folgende physikalische Preisfrage auf Michaelis 1811: „*Da eine vollständigere Kenntniß der Bestandtheile des menschlichen Urins, welche wir den neuern chemischen von* Fourcroy *und andern angestellten Analysen verdanken, mehrere Fortschritte in der Pathogenie und Therapie hoffen läßt: so verlangt die Gesellschaft eine fruchtbare Anwendung derselben zu diesem Zwecke.*"

VIII.

Der ersten Klasse des Instituts von Frankreich Preisertheilung für das Jahr 1810, und Preisfrage auf das Jahr 1812, und neue grosse Preise, gestiftet von dem Kaiser von Frankreich.

In der öffentlichen Sitzung des Instituts am 2. Januar 1810 wurden folgende Preisertheilungen bekannt gemacht.

Die physikalisch-mathematische Klasse hatte für 1810 folgende Preisfrage ausgesetzt: „*Man verlangt von der doppelten Strahlenbrechung, welche das Licht beim Durchgange durch verschiedene krystallisirte Körper leidet, eine mathematische, durch die Erfahrung bestätigte, Theorie*" *). Sie ertheilt die goldene Preismedaille, 3000 Franken an Werth, der dritten der eingereichten Abhandlungen, mit dem Motto: *Ita res accendunt lumina rebus.* Der Verfasser derselben ist Hr. Malus, Obrist-Lieutenant im kaiserl. Geniekorps und Mitglied des Instituts von Aegypten.

Auch die zuerst eingegangene Abhandlung, mit dem Motto: *Judicii monstrare recentibus abdita rerum*, glaubt die Klasse ehrenvoll auszeichnen zu müssen.

*) Man vergl. das Umständlichere, in diesen *Annalen*, B. 27. S. 366.

Gilbert.

Den von Sr. Majestät, dem Kaiser und Könige, gestifteten jährlichen Preis von 3000 Franken, der für die besten Beobachtungen bestimmt ist, welche während des verflossenen Jahrs im Gebiete der *galvanischen Elektricität* gemacht worden sind, theilt die Klasse zwischen den HH. Gay-Lussac, Mitglied des Instituts, und Thenard, Professor am *College de France.*

Die vom Herrn Lalande gestiftete Medaille, welche jedes Jahr demjenigen ertheilt werden soll, der (mit Ausschluss der Glieder des Instituts) in- oder, ausserhalb Frankreich während desselben die interessanteste astronomische Beobachtung gemacht, oder die wichtigste astronomische Abhandlung geschrieben haben wird, ist Herrn Gauss, Professor zu Göttingen und Correspondent des Instituts, als Verfasser eines gelehrten Werks *über die Theorie der Planeten*, zuerkannt worden.

Auf das Jahr 1812 wurde in dieser öffentlichen Sitzung von der Klasse folgende mathematische Preisfrage ausgesetzt:

„*Man verlangt eine mathematische Theorie der Gesetze der Fortpflanzung der Wärme, und eine Vergleichung der Resultate dieser Theorie mit der Erfahrung.*"

Der Preis ist eine goldene Medaille, 3000 Franken an Werth. Die Zeit der Concurrenz ist bis zum 1. Oktober 1811 bestimmt, und die öffentliche Preisvertheilung geschieht am ersten Montage des Januars 1812.

Neue 10jährige wissenschaftliche Preise, gestiftet vom Kaiser von Frankreich.

Unter den von zehn zu zehn Jahren zuzuerkennenden 35 grossen Preisen, welche der Kaiser und König Napoleon auf diejenigen Werke der Wissenschaft und der Kunst ausgesetzt hat, die von einer dazu ernannten Jury unter den in diesem Zeitraume erschienenen für die besten werden erklärt werden, — beziehen sich folgende auf die exacten Wissenschaften und deren Anwendung:

1) Zwei grosse Preise erster Klasse für die beiden besten mathematischen Werke, das eine aus dem Gebiete der *Geometrie* und reinen *Analysis*, das andere aus dem Gebiete der übrigen dem strengen Calcul unterworfenen Wissenschaften, wie Astronomie, Mechanik u. s. w.

2) Zwei grosse Preise erster Klasse für die beiden besten physikalischen Werke, das eine aus der eigentlichen *Physik*, *Chemie*, *Mineralogie* u. s. w., das andere aus der *Medicin*, *Anatomie* u. s. w.

3) Einen grossen Preis erster Klasse dem Erfinder der wichtigsten Maschine für Künste und Manufakturen.

4) Einen grossen Preis zweiter Klasse dem Verfasser des Werks, welches die glücklichste Anwendung mathematischer oder physikalischer Lehren auf die Praxis enthalten wird.

Eine Jury, welche jedes Mahl aus den Präsidenten und den beständigen Secretären der vier Klassen des

Instituts von Frankreich besteht, entscheidet, welche Arbeiten um den Preis zu wetteifern, oder wenigstens ehrenvoll erwähnt zu werden verdienen, und reicht ihren Bricht darüber dem Minister des Innern nach Ablauf von 6 Monathen am Schlusse jedes Concurses ein. Dieser übergiebt 14 Tage nachher jeder Klasse den in ihr Fach einschlagenden Theil des Berichts, und erhält nach 4 Monathen eine raisonnirende, zum Druck bestimmte, Kritik dieser Werke, und zwar besonders derer, welche des Preises würdig geachtet werden. Der Minister stattet darüber Bericht an den Kaiser ab, und ein kaiserliches Dekret bestimmt die Preise. Die Vertheilung der Preise geschieht vom Kaiser in Person, mit der grössten Feierlichkeit.

Die erste grosse Preisvertheilung sollte am 9. Nov. 1809 Statt finden, ist aber um ein Jahr verschoben worden. Die zweite wird am 9. Nov. 1819 seyn, und so weiter. Für diesen zweiten Zeitraum ist der Concurs bis 9. Nov. 1818 offen.

---

ausgegeben. Der Preis dieser Lieferung ist in Paris bei Unterschriebenem für ein Exemplar mit Kupfern vor der Schrift (oder vielmehr mit leicht angedeuteter Schrift) 108 Franken. Diese Exemplare sind für diejenigen Subscribenten bestimmt, welche die übrigen Abtheilungen des Ganzen auf Velin-Papier nehmen. Ein Exemplar mit der Schrift, für die Besitzer der Ausgabe auf ordinair Papier, kostet 72 Fr.

Zu diesen Preisen erhalten diejenigen Personen, welche sich mit baarer Zahlung unmittelbar an Unterzeichneten wenden, die Exemplare, und tragen alsdann das Porto von Paris aus.

Für ganz Deutschland wendet man sich an Hrn. F. G. Levrault in Strasburg, welcher die Haupt-Commission übernommen hat, und in Leipzig beständig ein Lager davon hält. Der Preis für Deutschland ist: Ein Exemplar vor der Schrift 30 Rthlr. Sächsisch oder 33 Rthlr. 3 Gr. Preussisch, mit der Schrift 20 Rthlr. Sächsisch oder 22 Rthlr. 2 Gr. Preussisch.

Zu diesem Preise kann jede solide Buchhandlung in ganz Deutschland das Exemplar liefern; nur wird den sehr entfernten, z. B. in Dänemark oder Preussen u. s. w., eine kleine Erhöhung wegen des vermehrten Porto's zugestanden werden müssen.

Die zweite Lieferung erscheint im Februar, die dritte im April.

Paris, den 1. Januar 1810.

F. Schöll, Buchhändler,
rue des fossés St. Germain l'Auxerrois, Nr. 29.

X.

Pränumerations-Anzeige auf Mikroskope.

Mikroskope gehören zu den angenehmsten Instrumenten. Sie belustigen Alt und Jung, indem sie die Wunder der Natur und des grossen Schöpfers Weisheit und Allmacht in den kleinsten Werken offenbaren. Als enthusiastischer Liebhaber derselben wünsche ich, sie durch Wohlfeilheit in recht viele Hände zu bringen, und biete daher folgende Produkte meiner Musse Liebhabern hiermit auf Pränumeration an:

1) Doppelte Lupen mit 3 Linsen in Horn und Messing, zu 16 Gr. preuss. Courant.

2) Einfache Mikroskope mit 4 Linsen, 4 Schiebern in Messing und Mahagoni, zu 5 Rthlr. Cour.

3) Sonnen-Mikroskope mit 4 Linsen und 4 Schiebern, zu $3\frac{1}{2}$ Rthlr.; mit dem Apparate zu undurchsichtigen Gegenständen, 10 Rthlr.

4) Zusammen gesetzte Mikroskope mit 6 Linsen und 6 Schiebern, von grossem Gesichtsfelde und grosser Deutlichkeit, 10 Rthlr., auch 12 Rthlr.

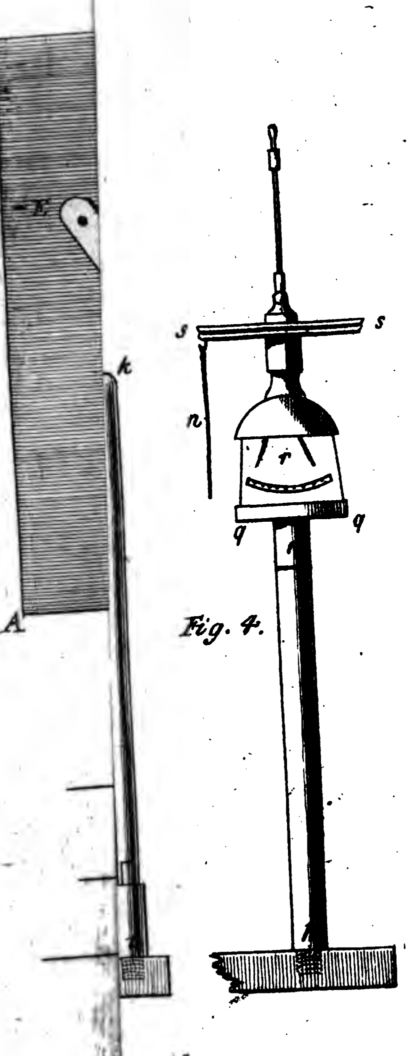
5) Lampen-Mikroskope nach Adams, welche in England 30 Guineen kosten, bei Tage und am Abend brauchbar, mit 4 Linsen und 6 Schiebern; in Pappe 8 Rthlr., in Holz 12 Rthlr., auch 18 Rthlr.

6) Kästchen mit präparirten Objecten zwischen feinen Gläsern, und einem Pressschieber, zu 2 Rthlr.

Die Pränumeration auf das eine oder andere Instrument dauert bis Ende Aprils, und unter andern nimmt sie der Verleger dieser *Annalen* baar und portofrei an. Bis Ende Juni dieses Jahrs geschieht die Ablieferung.

Duncker,
Prediger zu *Rathenau* bei Brandenburg.

Taf. III.





ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1810, DRITTES STÜCK.

I.

VERSUCHE
über die Mischungen prismatischer Farben,

vom

Professor LÜDICKE in Meissen.

Zweite Abtheilung *).

7. Ueber die Entstehung des prismatischen Farbenbildes.

Das prismatische Farbenbild erscheint oft getheilt. Dieses erhellet schon aus den farbigen Rändern, welche man sieht, wenn man weisse Streifen, die auf schwarzem Grunde liegen, oder schwarze Streifen auf weissem Grunde, durch ein Prisma betrachtet: sie sind am ausführlichsten von dem Herrn von Göthe **) beschrieben worden.

Die Erklärung dieser Erscheinungen hat schon Newton in seiner Optik und in seinen *lectionibus*

*) Vergl. Stück I. dieses Jahrg. S. 1.

**) In dessen Beiträgen zur Optik. Weimar 1791. L.

opticis angegeben *). Sie gründet sich auf den Versuch, in welchem das Prisma mittelst des Sonnenlichtes eben dieselben Farbenstreifen auf einem weissen Papiere darstellt; wenn nämlich die Oeffnung, durch welche das Sonnenlicht fällt, beinahe so grofs, als die Breite des Prisma, und das Papier von dem Prisma nicht weit entfernt ist. Da ich diesen Versuch mehrere Mahle mit Veränderungen wiederholt habe, so finde ich mich im Stande, einige für die Theorie des Lichts nützliche Schlüsse daraus herzuleiten.

Versuch 1. Es sey *abc* (Fig. 1. Taf. IV.) ein Prisma, durch welches das Sonnenlicht in ein Zimmer, es mag verfinstert seyn, oder nicht, auf einen verdunkelten Ort durch die Oeffnung *ff* fällt, die beinahe so breit als das Prisma ist; und *lm* sey ein weisses Papier, von welchem das zerstreuete Licht bei dieser Stellung des Prisma, so aufgefangen wird, dafs *gh* die Farbenstrahlen von Violet bis Lichtblau, und *ik* die von Paille bis Dunkelroth enthält. An diesem Orte befindet sich also das Papier *lm* so nahe bei dem Prisma, dafs die gefärbten Strahlen in *h* und *i* einander nicht erreichen, und dafs daher der Raum *hi* weifs erscheint. Von diesem Raume sagt Newton: er werde von allen Gattungen Strahlen erleuchtet, die gegen

*) Man findet sie auch in Priestley's *Geschichte der Optik*, von Klügel, S. 203.; in dem Gehler'schen physikalischen Wörterbuche, 2. Th. S. 161.; in dem Lichtenberg'schen Magazin, 8. B. 1. St.; und am vollständigsten in dem Gren'schen Journal d. Physik, 7. B. 1. Hft. *L.*

einander in dem Verhältniſſe ſind, wie ſie aus dem Prisma heraus treten; und daher müſſe er weiſs erſcheinen.

Dieſer in allen oben angegebenen Schriften wiederholte Grund hat mich nicht befriedigt; denn das Licht, welches innerhalb der Strahlen *df* und *ef* auf die Fläche des Prisma fällt, es mag (mit Newton zu reden) einfach oder gemiſcht ſeyn, muſs nach ſeiner Theorie eine oder mehrere Farben auf der Fläche *hi* darſtellen, und die hier unerwartet aufgenommenen Verhältniſſe können eine Ausnahme hiervon nicht rechtfertigen. Nimmt man nämlich daſelbſt ein einfaches Licht an, ſo müſste es, da die Brechung daſſelbe nicht verändern ſoll, auf der Fläche *hi* in ſeiner Farbe heller oder ſchwächer erſcheinen. Setzte man hingegen, das daſelbſt befindliche Licht ſey ein gemiſchtes, ſo müſste es, weil es aus mehr oder weniger brechbaren Strahlen beſteht, dieſe Fläche ganz mit Farben überziehen. Da nun dieſes nicht geſchieht und jener Raum weiſs erſcheint, ſo kann man, ohne Einmiſchung einer Hypotheſe, weiter nichts ſchlieſsen, als: daſs das Licht innerhalb der beiden Strahlen *df* und *ef* in Hinſicht auf Farben ganz unwirkſam für das Prisma, aber ſo beſchaffen iſt, daſs es von dem Prisma nicht zerſtreuet werden kann.

Verſuch 2. Wenn man bei derſelben Stellung des Prisma und des Papiers in der Oeffnung *ff* eine ſehr ſchmale horizontale Leiſte *p* anbringt, ſo

wird man auf dem Papiere in dem weiſsen Raume *hi* wieder zwei Farbenſtreifen, *q* und *s*, bemerken, von denen die obere, *q*, die rothen und gelben, und die untere, *s*, die violetten und blauen Strahlen enthält. Hieraus ſieht man, daſs ſich dennoch innerhalb des Raumes zwiſchen *df* und *ef* ein Licht befindet, welches Farben hervorbringen kann.

Folgerung aus beiden Verſuchen. Daſſelbe Licht, welches bei dem erſten Verſuche, indem es an dem obern und untern Rande der Oeffnung *ff* vorbei geht, ein Paar Farbenſtreifen hervorbringt, ſtellt auf dem Raume *hi* keine Farbe dar, wenn es innerhalb der Oeffnung ungehindert durchgegangen iſt. Daſſelbe Licht, welches bei dieſem ungehinderten Durchgange keine Farbe erzeugte, ſtellt, dem zweiten Verſuche zu Folge, wiederum ein Paar Farbenſtreifen dar, wenn es bei ein Paar Rändern der Oeffnung vorbei gehen muſs. Hieraus folgt alſo ganz unläugbar, daſs nur diejenigen Lichtſtrahlen mittelſt des Prisma Farben erzeugen können, welche bei den Rändern einer Oeffnung vorbei gegangen ſind. Was hierdurch nunmehr hinlänglich bewieſen iſt, ſchloſs auch ſchon Marat *) aus einem ſeiner Verſuche, indem er ſagt: daſs die Farben eines Linſenglaſes von der Faſſung deſſelben herrühren, könne man ſehen, wenn man an die Faſſung einen kleinen Körper klebe.

*) *Découvertes ſur la lumière. Londres* 1780. Im Auszuge in Lichtenberg's Magazin, I. B. I. St. S. 33. *L.*

Verfuch 3. Wenn man das Sonnenlicht, ohne es mittelft einer Oeffnung einzufchränken, durch ein Prisma fallen läfst, fo fieht man auf einem nahe gehaltenen Papiere, das man durch einen Vorfetzer verdunkelt hat, diefelben farbigen Streifen; fie find jetzt aber weiter von einander entfernt, als bei einer Oeffnung, welche fchmäler als die Seite des Prisma ift. Hieraus fieht man, dafs die beiden Kanten des Prisma eben daffelbe leiften, was die gegenüber ftehenden Ränder der Oeffnung gethan hatten.

Diefe Verfuche leiden, wie bekannt, noch die Abänderung, dafs der brechende Winkel des Prisma nach oben gerichtet werden kann. Es find daher zwei Fälle zu unterfcheiden. In dem erften Falle, wo der brechende Winkel nach unten gerichtet war, beftand die obere Farbenleifte, nach meiner Farbentafel, aus röthlich Violet, Violet, Indigo, Blau und Hellblau, und die untere aus Paille, Gelb, Orange, Hellroth und Dunkelroth. In dem zweiten Falle aber, wenn der brechende Winkel nach oben gerichtet ift, enthält die obere Farbenleifte die rothen und gelben und die untere die blauen und violetten Farben. Da nun aus der Richtung, welche die Lichtftrahlen in beiden Fällen haben, fehr deutlich erhellet, dafs kein Durchkreuzen der Strahlen vorgegangen ift, fo folgt hieraus: dafs der bei dem obern Rande vorbei gegangene Lichtftrahl, welcher im erften Falle die violetten und blauen Streifen darftellte,

in dem zweiten Falle die gelben und rothen hervorgebracht hat; und daſs der bei dem untern Rande vorbei gegangene Strahl im erſten Falle die rothen und gelben, und im zweiten Falle die blauen und violetten Farben erzeugt; daſs alſo die Verſchiedenheit der Farben nicht von der Lage der Ränder, bei welchen ſie vorbei gehen, *ſondern* von der ungleichen Dicke des Prisma abhängen muſs. Das Vorbeigehen bei den Rändern kann daher das Licht bloſs fähig gemacht haben, bei ſeinem Durchgange durch den dickern Theil des Prisma die violetten und blauen, und bei ſeinem Durchgange durch deſſen dünnern Theil die gelben und rothen Farben darzuſtellen.

Verbindet man mit dieſen Verſuchen und Schlüſſen die von Grimaldi *), Newton **), Maraldi ***), du Tour †), Marat ††) und Brougham †††) angeſtellten Verſuche über die Beugung des Lichts, wenn es bei den Rändern der Körper vorbei geht, und erinnert ſich, daſs das Licht daſelbſt ausgebreitet wird, und daſs bunte Lichtſtreifen entſtehen: ſo muſs man annehmen, daſs dieſe von der Beugung entſtandene Ausbreitung nöthig iſt, damit das Licht des gebeugten

*) *De lumine, coloribus et iride*, 1666. *L.*

**) *Optiks*, L. III. obſ. 1, 2. *L.*

***) *Mém. de l'Acad. de Paris*, 1723. *L.*

†) Prieſtley's Geſchichte der Optik von Klügel, 2. Th. S. 383. *L.*

††) Am angef. Orte. *L.*

†††) Voigt's Magazin, I. B. 2. St. S. 1. *L.*

Strahls in verſchiedenen Punkten auf das Prisma falle, bei dieſem Auffallen verſchiedene Einfallswinkel habe, und vermöge dieſer und der Geſtalt des Prisma verſchiedentlich gebrochen, und, nach Beſchaffenheit der Glasart, zerſtreuet werde.

Dieſe und andere Folgerungen aus den hier angeführten Verſuchen könnten mir Gelegenheit geben, eine verbeſſerte Theorie des Lichts und der Farben zu entwerfen. Ich enthalte mich jedoch aller fernern Folgerungen, um, meinem Vorſatze getreu, hier auf keine Hypotheſe geführt zu werden. Für jetzt iſt es mir hinreichend, bewieſen zu haben: *daſs die beiden mittelſt des Prisma entſtandenen Farbenſtreifen ſo wohl, als das ganze prismatiſche Farbenbild, von zwei Hauptſtrahlen hervorgebracht werden, welche eine Beugung erlitten haben.*

8. *Von den Farben bei dem Anlaufen des Stahls.*

Die Farben, welche bei Erhitzung des polirten Stahls oder Eiſens entſtehen, haben unter ſich eben die Ordnung und faſt durchgängig dieſelben Abänderungen, als die des prismatiſchen Farbenbildes: jedoch fangen ſie bei dem ſchwächſten Paille an und hören gemeiniglich bei Lichtblau auf. Um nun wenigſtens näherungsweiſe zu erfahren, in welchen Verhältniſſen die Breiten dieſer Farben unter einander ſtehen; erwählte ich eine gleich ſtark gearbeitete viereckige Stahlſtange und zwei gleich dicke rein ausgefeilte eiſerne

Schienen. Die *erste* war auf jeder Seite $\frac{1}{4}$ Dresdner Zoll breit, die *zweite* 2 Zoll breit und $\frac{1}{4}$ Zoll stark, und die *dritte* 1 Zoll breit und ebenfalls $\frac{1}{4}$ Zoll stark. Ihre Länge betrug 6 Zoll. Nachdem bei jeder eine der schmalen Seiten rein geschliffen und polirt worden war, wurden sie eine nach der andern in glühende Kohlen so gelegt, dass die polirte Seite gröſstentheils von Kohlen frei war. Hierauf wurde das Feuer stark angeblasen, bis alle Farben so weit heraufgerückt waren, dass vom lichten Blau bis an das erhitzte Ende der Stäbe 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Raum übrig blieb.

Das Farbenbild, welches sich auf der Oberfläche zeigte, war in dem Augenblicke des Entstehens, oder während des Fortlaufens aller Farben, das richtigste. Denn da, wegen der wärmeleitenden Eigenschaft der Metalle, ein Theil der Hitze, nachdem das Eisen schon aus dem Feuer genommen worden, noch in die übrigen vorhin kalten Theile des Eisens übergeht, so breiten sich dann die Farben, welche, wie Gelb und Paille, die kleinste Wärme erfordern, unverhältnissmäſsig aus. Es ist daher nöthig, dass man gleich nach Entstehung des Bildes das andere kalte Ende des Eisens, fast bis auf $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von Paille, einige Zeit in kaltem Wasser stehen läſst, um dadurch die fortdauernde Wirkung der Wärme zu verhüten. Wenn ich das Eisen auf diese Art behandelt hatte, war das ganze Bild, auf der Stange $\frac{1}{2}$ Zoll, und auf den Schienen sehr nahe $\frac{1}{4}$ Zoll

breit. Die kenntlichsten Farben waren: Paille, Gelb, Roth, Violet, Dunkelblau, sehr lichte Blau, Weiss, sehr schwach Gelb, sehr schwach Roth, sehr schwach Blau. Bei dem Stabe und bei der 1 Zoll breiten Schiene war der untere Theil des Farbenbildes am reinsten ausgefallen; denn es waren nach lichte Blau noch folgende Abstufungen zu bemerken: ein Schimmer von Grün, Weiss, schwach Gelb, Roth, Blau, etwas sehr sichtbares Grün, worauf ein schmutziges Grün folgte.

Mit diesen Versuchen stimmen die Rinnmann'schen Angaben sehr gut überein, wenn Rinnmann sagt *): „Glatt polirtes Eisen läuft in der Schmelzhitze von Zinn Licht- oder Hafergelb an; in der Siedehitze von Leinöhl oder Quecksilber Brand- oder Gelbroth, ja Karmoisin; in der Schmelzhitze von Blei durch alle vorigen Farben bis zum hellen Violet, dann bis zum Purpurroth, ja bis zum Dunkelblau; in der Schmelzhitze des Zinks durch alle vorgenannten Farben in erzählter Ordnung bis zum lichten Blau, und endlich bis zum Meergrünen; in noch stärkerer Hitze aber wird das Meergrün angelaufene wieder mattglänzend Weiss. Bei noch stärkerer Erhitzung kommen alle die vorigen Farben matter und schneller vergehend in obgedachter Ordnung wieder, aber die meergrüne erscheint nun stärker und dauerhafter."

*) Rinnmann's Versuch einer Geschichte des Eisens, B. 1. S. 142 bis 161. und Macquer's chemisches Wörterbuch v. D. Leonhardi, Zus. 1. B. S. 285. *L.*

Da die Bilder bei meinen Verſuchen nur $\frac{5}{8}$ und $\frac{3}{4}$ Zoll breit waren, ſo konnte eine Abmeſſung einzelner Farben nicht Statt finden; nur ſo viel lieſs ſich deutlich wahrnehmen, daſs der Raum von Paille bis mit Dunkelroth dem Raume von Dunkelroth bis wieder an Paille ſehr nahe gleich war. Verbindet man hiermit die ſichtbare Regelmäſsigkeit, nach welcher die Breiten der Farben abnehmen, ſo wird man ſie mit den Breiten des prismatiſchen Farbenbildes übereinſtimmend finden. Denn es iſt, wenn man das prismatiſche Farbenbild von Paille anfangen läſst,

Paille	h = 0,749	röthlich Violet	a = 0,561
Gelb	i = 0,707	Violet	b = 0,529
Orange	k = 0,667	Indigo	c = 0,500
lichte Roth	l = 0,629	Blau	d = 0,472
Dunkelroth	m = 0,594	Hellblau	e = 0,445
	3,346	bläulich Grün	f = 0,420
		gelblich Grün	g = 0,396
			3,323

Die ſehr nahe gleichen Summen 3,346 und 3,323 zeigen, wie ich glaube, hinlänglich, daſs dieſe Zahlenreihe obigen Verſuchen angemeſſen iſt, und daſs die Breiten der angelaufenen Farben ſich wie die Breiten der prismatiſchen Farben verhalten.

Hiernächſt zeigen dieſe Verſuche auch den Ort für Weiſs ſehr beſtimmt an. Es erhellt nämlich aus ihnen, daſs ſich das reine Weiſs zwiſchen Grün und Paille befinden muſs, während man aus

obigen Versuchen mit dem Prisma bloſs schlieſsen konnte, daſs es sich zwischen Hellblau und Paille befinde.

Auch der folgende Versuch bestimmt die Stelle für Weiſs sehr genau. Man betrachte durch ein Prisma einen etwa ¼ Zoll breiten schwarzen Papierstreifen, der auf weiſsem Grunde und parallel mit der Achse des Prisma liegt, in der Entfernung von 1 bis 1½ Ellen. Man siehet alsdann ein ununterbrochenes Farbenbild, welches sich, wie die Stahlfarben, mit Paille anfängt und sich mit Hellblau und sehr merklichem Grün endigt, worauf alsdann Weiſs folgt.

(Die Fortsetzung im nächsten Stück.)

II.

BERICHT,

abgestattet der mathemat.-physikalischen Klasse des Instituts in der Sitzung am 10. Apr. 1809 von den

HH. De Prony, Guyton Morveau und Rochon

über das schwere Krystallglas zu achromatischen Objectiven,

welches Hr. Du Fougerais, kaiserl. Glas-Fabrikant, dem Institute vorgelegt hat.

Frei übersetzt, mit einigen Bemerkungen, von Gilbert.

Die Erfindung der achromatischen Fernröhre ist, wie bekannt, eine der grofsen Entdeckungen, welche das verflossene Jahrhundert auszeichnen. Das Princip, auf dem sie beruhen, verdanken wir einem tieffinnigen Mathematiker, der die mathematischen Wissenschaften mit den bewundernswürdigsten Ansichten bereichert hat. Euler hatte im Jahre 1747 den sinnreichen Gedanken geäufsert, die Abweichung der Strahlen, welche von der Zerlegung des Lichts in den sphärischen Gläsern herrührt, müsse sich durch Anwendung mehrerer durchsichtiger Körper aufheben lassen; ungeachtet damahls alle Physiker überzeugt waren, dafs, zu Folge eines Versuchs, welchen Newton angeführt hat, die Strahlenbrechung allemahl mit Farbenzerstreuung verbunden sey, und dafs, wo

keine Zerstreuung ist, auch keine Brechung Statt finde; welches alle Hoffnung zu benehmen schien, die Farben in den Fernröhren zu vernichten.

Euler erzählt in den Abhandlungen der Petersburger Akademie: einige Versuche mit Menisken, deren hohl geschliffene Seite er mit verschiedenen Flüssigkeiten anfüllen konnte, hätten ihn belehrt, dass die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstrahlen sich sehr wohl vermindern, ja auf nichts bringen lasse, wenn man zwei verschiedene durchsichtige Körper oder mehrere anwende. Dieses sind die eigenen Ausdrücke des grossen Mannes, dessen Bescheidenheit fast eben so bewundernswürdig als sein Talent war. Er fügte noch hinzu, und dieses ist sehr merkwürdig, die wundervolle Structur der Augen, welche die Bilder der Gegenstände auf ihren hintern Grund darstellen, lasse ihn behaupten, dass es möglich sey, alle Fehler zu vermindern oder selbst ganz aufzuheben, denen die verschiedenen Brechungen der Lichtstrahlen damahls nothwendig unterworfen zu seyn schienen. Man müsse hier, meint er, die Macht und die unendliche Weisheit des Schöpfers anerkennen. Noch giebt er die Nachricht, seine Behauptung sey von dem geschickten Optiker John Dollond zu London angefochten worden. — Einige Bemerkungen, die Hr. Klingenstierna diesem Künstler machte, veranlassten denselben indess in der Folge, sich durch viele Versuche zu überzeugen, dass die grosse Verschie-

denheit des Zerstreuungs-Vermögens zweier Glasarten, welche man in England im gemeinen Leben, die eine *flint*, die andere *crown* nennt, hinreiche, Euler's Project zu realisiren, und gute achromatische Objectivgläser zu geben *). Dieser Erfolg verschaffte Dollond im J. 1759 ein Patent, das indess von Valtines vor dem Gerichtshofe zu

*) Diese Erzählung von der Erfindung farbenloser Objectivgläser bedarf mancher Ergänzung und Berichtigung; kurz, vollständig und richtig findet man sie in Priestley's Gesch. der Optik, Klügel's Uebers. Th. 2. S. 339 f. und in dem dritten Bande von Montucla's: *Histoire des Mathématiques*. Newton glaubte, in verschiedenen brechenden Mitteln sey immer das Brechungs-Verhältniss der äussern Strahlen dasselbe, als das der mittlern Strahlen, und dafür führte er einen Versuch an (*Optica*, *Lib. I. P.* 2. *Exp.* 8.), den er nur oberflächlich angestellt, und aus dem Gedächtnisse aufgeschrieben zu haben scheint, und der irrig ist. In diesem Falle würde zugleich mit den Farben alle Brechung aufgehoben werden, also kein achromatisches Objectivglas möglich seyn. In einer Abhandlung über die Vervollkommnung der Objectivgläser der Fernröhre (welche in den Schriften der Berliner Akad. der Wissensch. auf das J. 1747 gedruckt ist), und in einigen spätern, damit in Verbindung stehenden, äusserte dagegen Euler, das Auge sey der Beweis, dass die Farbenzerstreuung sich müsse aufheben lassen, und als ein Mittel, dieses in Fernröhren zu bewirken, gab er an, ein Objectivglas aus zwei verschiedenen brechenden Mitteln (zwei erhabenen Glaslinsen und Wasser zwischen beiden) zusammen zu setzen. Die Berechnung, durch welche er diesen Vorschlag unterstützte, ging von einer Hypothese über die Farbenzerstreuung aus (dass nämlich die Logarithmen des Einfalls- und des Brechungs-Sinus der mittlern und der äussern Strahlen stets in einerlei Verhältniss stehen), welches ihm zwar das einzig mögliche Gesetz der Natur zu seyn schien, von andern Naturforschern aber nicht angenommen wurde, weil es dem durch einen

Westmünster lebhaft angegriffen wurde, indem er bewies, daſs der gelehrte Chester-Morehall lange vor Dollond vollkommene achromatiſche Fernröhre mit ſtarken Vergröſserungen habe verfertigen laſſen, von denen Aiſcougt, Optiker zu Leucaſte, eins ſeit 1754, und eben ſo eins der Dr. Smith beſitze. Dieſe Thatſachen, die we-

Verſuch (wie es ſchien) bewährten Geſetze Newton's widerſprach. Aus dieſem Grunde erklärte der kenntniſsreiche Künſtler John Dollond, in London, Euler's Vorſchlag für unbrauchbar (*Philoſ. Transact. for* 1752.), blieb auch, da Euler Newton's Verſuch nicht geradezu verwarf, bei dieſer Meinung, aller Gründe ungeachtet, durch welche Euler in den Schriften der Berliner Akad. für 1753 und 1754 ſein Geſetz der Farbenzerſtreuung zu bewähren ſuchte, an dem dieſer groſse Mathematiker ſo feſt hing, daſs er den glücklichen Erfolg, welchen ſpäterhin Dollond auf einem andern Wege erreichte, lange nicht glauben wollte, bis auch Clairaut ſich gegen ſein Geſetz erklärte, (in einer Abhandlung aus dem J. 1762, welche in den Schriften der Pariſer Akad. auf 1757 abgedruckt iſt). Ein ſchwediſcher Mathematiker, Klingenſtierna, wurde durch dieſe Streitigkeit veranlaſst Newton's Verſuch genauer zu beleuchten, und er that dar, (in den Abhandl. der ſchwed. Akad. auf 1754), daſs das Reſultat deſſelben unmöglich ſo geweſen ſeyn könne, wie es Newton angegeben habe, denn es würden ſonſt daraus unzählige Geſetze der Farbenzerſtreuung folgen, die einander ſelbſt und dem von Newton angenommenen Geſetze der Brechung widerſtritten; der Erfahrungs-Beweis für Newton's Geſetz der Farbenzerſtreuung und gegen Euler's Vorſchlag falle alſo fort. Dollond wurde hierdurch bewogen, eigene Verſuche über die Brechung und Farbenzerſtreuung verſchiedener durchſichtiger Mittel anzuſtellen, und dieſe führten ihn allmählig zu der Entdeckung, die er im Jahre 1757 machte, daſs das Licht, wenn es durch ein Prisma von Kronglas und ein entgegengeſetzt liegendes Prisma von Flintglas von gewiſſen brechenden Winkeln hin-

niger bekannt sind; als sie es zu seyn verdienen, sind durch das Urtheil völlig bewährt, welches Lord Mansfield in diesem Streite fällte; Dollond wurde von ihm in seinem Privilegio nur aus dem Grunde erhalten, weil das Patent nicht dem gebühre, der die erste wissenschaftliche Idee einer Erfindung gehabt habe, sondern dem, der das Publikum in den Besitz der Vortheile der Entdeckung setze *). In dieser Hinsicht verdiente John Dollond eine Belohnung. Das berühmte Fernrohr mit dreifachem Objective, welches er [1758] der königl. Societät zu London vorlegte, machte im ganzen gelehrten Europa grosse Sensation.

Die Pariser Akademie hatte nicht so bald Nachricht erhalten, dass man zu London, nach den Grund-

durch geht, farbenlos wird, ob es schon eine beträchtliche Brechung durch die vereinte Wirkung beider leidet. Und nun schritt dieser Künstler sogleich zur Ausführung seiner achromatischen Objective, zuerst, nach langem und mühsamen Probiren, aus zwei, und bald auch aus drei Glaslinsen, von denen er das erstere im J. 1758 zu Stande brachte. Er starb im J. 1761 (den 30. Nov., 55 Jahr alt) und hinterliess seine Werkstätte seinem Sohne Peter Dollond, der die Verfertigung der achromatischen Fernröhre noch weiter trieb, und besonders seit dem Jahre 1765 Fernröhre mit 3fachen Objectiven von 3½ Fuss Brennweite von der grössten Vollkommenheit lieferte. Mit Taschenfernröhren dieses Künstlers, die nach dem Ausziehen 9 Zoll lang waren, soll man die Jupitersmonde ohne Schwierigkeit gesehen haben. *Gilbert.*

*) Herr Rochon hat diese Erzählung, welche schwerlich Dollond etwas von seinem Ruhme benehmen wird, schon vor vielen Jahren umständlicher bekannt gemacht. Man sehe diese *Annal.* J. 1800. St. 3. S. 302. *Gilbert.*

Grundsätzen Euler's, Fernröhre verfertigt habe, die den Durchmesser der Gegenstände 120 Mahl vergrösern, und dabei eine Klarheit und Deutlichkeit haben, welche sie zu den feinsten Beobachtungen brauchbar machen; als sie auch durch ihre gelehrten Untersuchungen den Beweis gab, dass sie auf diese neue Entdeckung den höchsten Werth lege. Zwei grosse Mathematiker, Clairaut und d'Alembert, liessen in der schweren Theorie der Construction dieser Fernröhre nichts zu wünschen übrig. Sie bestimmten, bei welchen sphärischen Krümmungen der beiden Glasarten von verschiedenem Zerstreuungs-Vermögen, die Abweichungen wegen der Farbenzerstreuung und wegen der Kugelgestalt am kleinsten sind.

Herr Clairaut kam damahls durch Versuche auf die Bemerkung, dass man in Paris eine Glasart habe, (Personen, welche Edelsteine nachmachten, bedienten sich ihrer, um das Feuer des Diamanten zu erkünsteln, ihr gewöhnlicher Name ist *Strass*) — deren Zerstreuungs-Vermögen noch grösser als die im Flintglase ist. Aber diese Glasart, welcher der Erfinder *Strass* *) durch vie-

*) Nach Beckmann's *Anleitung zur Technologie* (Aufl. 4. Gött. 1796. S. 387.), hat dieses Glas seinen Namen von einem Strassburger Juwelirer, der im Anfange des 18. Jahrhunderts in der Bereitung von Glasflüssen zur Nachahmung der Edelsteine vorzüglich geschickt war, und seine Kunst in München erlernt haben soll; er starb in Paris, und hinterliess seinem Sohne eine halbe Million, dieser soll aber doch vor einigen Jahren Banquerot gemacht haben. *Gilbert.*

les Bleioxyd eine dem Diamanten gleiche Schwere gegeben hat, ist mehrentheils so gallertartig, daſs man mit den gröſsten Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wenn man es zu achromatischen Objectiven anwenden will, da diese nicht bloſs vollkommen homogenes, sondern auch geblasenes Glas erfordern, nach der Bemerkung der geschicktesten Optiker, welche sich bei der Ausübung ihrer Kunst von dem Vorzuge geblasener vor gegossenen oder in den Tiegeln erkalteten Gläsern überzeugt haben.

Herr Loysel giebt uns in seinem Versuche über die Kunst, Glas zu machen, das Mischungs-Verhältniſs für Krystallglas, das in Farbenzerstreuung dem Diamanten ähnlich ist. Die Verfertiger künstlicher Edelsteine nehmen 100 Theile weiſsen in Salzsäure gewaschenen Sand, 150 Theile rothes Bleioxyd (Mennige), 30 Theile calcinirtes kohlensaures Kali, und 10 Theile gebrannten Borax, welchem sie manchmahl noch 1 Theil Arsenikoxyd zusetzen, schmelzen diese Fritte in einem kleinen Ofen, und lassen das Glas in dem Schmelzgefäſse erkalten. Dieses Krystallglas hat das Ansehen und das specifische Gewicht des Diamanten, (3,5), aber man erhält es nur in kleinen Massen, die bloſs zu künstlichen Edelsteinen verarbeitet werden.

Wenn sich Hr. Clairaut zur Zeit der Erfindung der achromatischen Fernröhre dieses Glases zur Verfertigung achromatischer Objective bediente, so geschah das nur in der Absicht, um eine

Anwendung ſeiner Formeln auf Gläſer von viel gröſserem Zerſtreuungs-Vermögen, als das Flintglas, zu machen. Hr. L'Etang, dem er dieſe Arbeit auftrug, machte ihm die Bemerkung, daſs man geblaſenes Glas nehmen müſſe, wie dieſes das Flint und das Crown der Engländer ſind, wenn man gute Objective machen wolle. Damit Frankreich nicht von den Engländern im Flintglaſe abhänge und ihnen tributair bleibe, machte die Akademie der Wiſſenſchaften im Jahre 1766 die Bereitung eines ſchweren, fehlerloſen Glaſes, welches alle Eigenſchaften des Flintglaſes habe, zum Gegenſtande ihrer Preisfrage. Dieſer Preis wurde im Jahre 1773 Hrn. Lebaude, Director einer Glashütte, zuerkannt. Seine Abhandlung ſteht gedruckt in dem *Recueil des Mémoires des Savans étrangers* auf das Jahr 1774.

Die Proben von ſchwerem Glaſe, welche Hr. Lebaude der Akademie vorgelegt hatte, waren indeſs für die Bedürfniſſe der Optik nicht genügend. Die Akademie erneuerte daher die Preisfrage im Jahre 1786, und erhöhete den auf ſie geſetzten Preis bis auf 12000 Livres. Sie verlangte in ihrem Programme ein Verfahren, durch das man ſtets und nach Belieben die ganze im Handel und für die Induſtrie nöthige Menge ſchweren Glaſes verfertigen könne, und daſs dieſes Glas von den Mängeln, die man dem Flint vorwirft, frei ſey. Sind ſeitdem der Akademie Proben anderer Verſuche wirklich vorgelegt worden, ſo ſcheinen

ſie zu unvollkommen oder zu ſehr im Kleinen angeſtellt geweſen zu ſeyn, und dem Endzwecke der Frage nicht entſprochen zu haben, daſs *nämlich* alles ſchwere Glas, welches die franzöſichen Optiker bedürfen, hinfüro in Frankreich ſelbſt verfertigt werden könne, ſo daſs man des Auslandes hierin nicht bedürfe. Die Sache iſt freilich *nicht* leicht auszuführen; denn nur Vorſteher groſser Glashütten können ſich mit einiger Hoffnung von Erfolg auf dieſe feine und ſchwierige Unterſuchung einlaſſen, und ſie haben nicht die Ausſicht, ſelbſt dann, wenn es ihnen glücken ſollte, ein ſchweres, geblaſenes, hinlänglich fehlerloſes Glas aufzufinden, durch den Verkauf deſſelben an optiſche Inſtrumentenmacher, die auſserordentlich groſsen Koſten gedeckt zu ſehen, welche unvermeidlich ſind, wenn der verlangte Grad von Vollkommenheit erreicht werden ſoll. Dieſe Betrachtung mag hinreichen, darauf aufmerkſam zu machen, daſs man bloſse Verſuche im Kleinen nicht mit Arbeiten zuſammenſtellen darf, welche beſtimmt ſind, einem wichtigen Zweige der Induſtrie und des Handels ein neues Leben zu geben.

Herr Dufougerais, Manufakturiſt S. M. des Kaiſers und Königs, hatte ſich ſchon dadurch vortheilhaft ausgezeichnet, daſs die Manufaktur von Kryſtallglas von Mont Cenis unter ihm ſich auſserordentlich gehoben, und daſs er es glücklich dahin gebracht hat, daſs man die Produkte ſeiner Induſtrie allgemein dem böhmiſchen und

dem englischen Krystallglase vorzieht, obgleich er dabei mit den grösten und abschreckendsten Vorurtheilen zu kämpfen hatte. Das Institut, dessen Aufmerksamkeit er schon dadurch auf sich gezogen hatte, sieht mit wahrer Genugthuung das neue Produkt, welches dieser geschickte, und für die Fortschritte seiner Kunst eifrige Manufakturist zu Stande gebracht hat. Es besteht in 600 Kilogrammes (1225 Pfund) eines Glases, das schwerer als Flintglas, und in 2 Kilogrammes schweren Stücken *) geblasen ist. Schon sind davon 300 Kilogrammes an die geschicktesten Optiker verkauft, und das übrige wird es ebenfalls bald seyn; der Verkaufspreis deckt jedoch die Kapitalien nicht, welche der Verfertiger für einen Gegenstand von dieser Wichtigkeit und Nützlichkeit bis jetzt aufgeopfert hat **).

*) *En manchons du poids de 2 Kilogrammes, de 9000 millimètres d'épaisseur et de 270 centimètres de hauteur;* durch Druckfehler offenbar entstellte Zahlen, die ich nicht zu berichtigen weiss. *Gilbert.*

**) Der Vorgänger des Herrn Dufougerais in der Verwaltung der Krystallglas-Fabrik am Mont Cenis, Namens Lambert, hat über das *Flintglas der Engländer* und über das *schwere Krystallglas* der Fabrik vom Mont Cenis einen von ihm an Herrn Hachette geschriebenen Brief bekannt gemacht, aus dem ich hier die Hauptsache aushebe. Manches darin ist etwas dunkel, doch glaube ich, den rechten Sinn nicht verfehlt zu haben.

„Die Engländer nahmen nur anfangs Feuersteine zu dem Flintglase; jetzt dient ihnen dazu ein Sand von der Insel Whigt; 100 Pfund desselben werden mit 75 Pfund Mennige zusammen geschmolzen. Der Sand der französischen Fabrik ist minder schmelzbar, erfordert daher

Wir wenden uns nun zu der Natur und den Eigenschaften dieses schweren Glases, welche wir dem Auftrage des Instituts gemäſs untersucht haben.

mehr Blei, und giebt ein schwereres Glas; doch muſs es mehr Hitze erhalten, wenn man Streifen und Röhrchen vermeiden will. Es ist ein Irrthum, wenn man glaubt, Flintglas werde ausdrücklich und besonders verfertigt; es ist nichts anders als ein Produkt, das bei dem guten Krystallglase und mit demselben entsteht. Die Häfen enthalten 400 bis 500 Pfund Fritte, und bleiben 2 Tage lang im Schmelzfeuer. Ist der Ofen während dieser Zeit beständig recht heiſs gegangen, (welches, besonders bei Nord-Nord-Ost-Wind, nicht immer der Fall ist) so verbraucht man nur den obern Theil der geschmolzenen Masse zu gewöhnlichen Glasgefäſsen; der in der Mitte befindliche Theil der Masse wird zu einem Cylinder geblasen, dann auf einer Eisenplatte ausgestreckt und gekühlt, und dieses ist das Flintglas. Was im Tiegel zu unterst ist, wird wiederum zu gewöhnlichen Gefäſsen verblasen. Dieses, setzt Hr. Lambert hinzu, ist das Verfahren, wie ich es in England gesehen habe."

„Herr Lambert hat bei seinem Abgange von der Fabrik am Mont Cenis den Deputirten der Compagnie, wie er sagt, 5 Mischungs-Verhältnisse zu Krystallglas hinterlassen. Eins davon betraf die Benutzung des Krystallglases, das an den eisernen Röhren hängen bleibt, mit denen man die Masse aus den Häfen nimmt. Das Eisenoxyd, welches sich an das Glas hängt, erfordert noch einen Zusatz von Mennige, und dadurch giebt dieses die schwerste Sorte des Krystallglases, die aber wegen des Eisens eine unangenehme Farbe hat. Herr Lambert schlieſst daraus, das schwere Krystallglas des Hrn. Dufougerais, das eben diese grünliche Farbe habe, sey auf diese Art bereitet. Wenn man statt des Röhrenglases reines Krystallglas nimmt, so lasse sich die grüne Farbe vermeiden. „Ich bin," fügt er hinzu, „gegenwärtig bloſs mit der Verfertigung meines Emails beschäftigt; sobald indeſs mein Ofen im Gang seyn wird (ein Feuer dauert 3 Monathe), werde ich Ihnen eine Probe von mir bereiteten Flintglases vorlegen; Sie werden sich überzeugen

Zuerst müssen wir bemerken, dass die geschicktesten Verfertiger optischer Instrumente mit den Eigenschaften dieses Glases, aus dem sie schon

können, dass es alle Vorzüge des englischen, dabei aber eine noch grössere Schwere hat."

So weit Herr Lambert. Die Versuche des Professor Zeiher zu Petersburg mit Glasarten, welche aus Mennige und feingemahlnem Kiesel nach verschiedenen Verhältnissen durch Schmelzung erhalten wurden, und die bald nach der Erfindung der achromatischen Fernröhre das erste Licht über die Natur des englischen Flintglases verbreiteten, stimmen mit diesen Aussagen des Herrn Lambert über das Flintglas ganz gut überein. Bei dem unter I. stehenden Mischungs-Verhältnisse von Kiesel und Mennige entstand ein Glas, dessen mittlern Brechungs-Exponenten die Zahlen unter II., und dessen Zerstreuungs-Vermögen die Zahlen unter III. angeben, das Zerstreuungs-Vermögen des Crownglases 1 gesetzt.

I.	1 : $\frac{1}{4}$	1 : $\frac{1}{2}$	1 : $\frac{3}{4}$	1 : 1	1 : 2	1 : 3
II.	1,664	1,724	1,732	1,787	1,830	2,028
III.	1,354	1,800	2,207	3,259	3,550	4,800.

Nach den Messungen Wollaston's (in der Abhandlung, welche man in B. 1. der *Neuen Folge* dieser *Annalen*, S. 235. findet,) ist das Brechungs-Verhältniss aus Luft in Glas, welches aus 6 Th. Mennige und 1 Th. Sand geschmolzen ist, = 1,987 : 1, und aus Luft in Flintglas = 1,583 oder 1,586 : 1; Zeiher's Zahlen unter II. sind daher allesammt viel zu hoch. Dass sehr bleireiches Krystallglas im Hafen unten dichter als oben ist, bemerkte auch schon Rochon. Er schreibt eine der Haupt-Unvollkommenheiten des Flintglases dem Umstande zu, dass der Glasbläser nicht mit einem Mahle hinlänglich dicke Tafeln blasen könne, sondern die geblasene Masse wiederholt wieder in die Fritte eintauche. Dadurch entstehen Lagen, die häufig von verschiedener Dichtigkeit sind, und sich selten vollkommen vereinigen, sondern Furchen oder Röhren und Runzeln zwischen sich haben, welche solche Stellen zum optischen Gebrauche untüchtig machen.

Gilbert.

eine grofse Menge achromatifcher Fernröhre gemacht haben, vollkommen zufrieden find. Wir theilen dem Inftitute einen Brief mit, den Herr Dufougerais hierüber vom Herrn de Fréminville erhalten hat, Oberingenieur der Brücken und Chausséen, welcher beauftragt ift, den Telegraphen und der Marine die achromatifchen Fernröhre zu liefern, welche zum Beobachten der Signale nöthig find: „Auf das Ungefähr aus ih„rem Magazine genommene Stücke (*parties de „fignaux*), die den nöthigen Operationen unter„worfen wurden, um dann zum optifchen Gebrau„che angewendet zu werden, haben mir Objective „gegeben, welche fich mit den beften aus Dol„lond's Fabrik von gleichen Dimenfionen verglei„chen laffen. Sie haben alfo, und es macht mir „Vergnügen, dieses allgemein bekannt zu machen, „den höchften Grad von Vollkommenheit erreicht, „den Frankreich den englifchen Manufakturen „beneiden konnte in Betreff des Handels fowohl „als der Künfte, da Ihr Kryftallglas Schönheit „und Brauchbarkeit mit Wohlfeilheit des Preifes verbindet." Dieses unparteiifche Zeugnifs eines Mannes, der in der Praxis mit optifchen Inftrumenten fehr gewiegt ift, darf um fo weniger unbekannt bleiben, als Ihre Commiffaire fich überzeugt haben, dafs Hr. Dufougerais ein folches Lob verdient.

Sein fchweres Kryftallglas übertrifft das Flintglas an fpecififchem Gewichte. Einer unter uns

hat das specifische Gewicht desselben mit einer hydrostatischen Wage sorgfältig bestimmt, und es 3,588 gefunden; die eigenthümliche Schwere des schwersten Flintglases beträgt nur 3,329.

Soll zu einem Prisma aus Krystallglas des Hrn. Dufougerais, dessen brechender Winkel 2° ist, aus gewöhnlichem Glase (z. B. aus geblasenem Cherbourger Glase, welches von dem Crown nur wenig abweicht) ein Prisma geschliffen werden, welches, wenn man es an jenes legt, alle Färbung der Gegenstände aufhebt, so muss der brechende Winkel dieses letzten Prisma 18° seyn. Es verhält sich folglich, nach wiederholten Versuchen eines Ihrer Commissaire, das Zerstreuungs-Vermögen des Krystallglases des Hrn. Dufougerais zu dem des schwersten Flintglases, wie 36 zu 30. Auch die mittlere Strahlenbrechung ist in demselben stärker, nämlich 164, während die im Flintglase nur auf 160 steigt.

Wir haben aus diesem schweren Glase eine Linse von 16 Centimeter (6 Zoll) Brennweite schleifen lassen, und wir können dem Institute melden, dass eine genaue Prüfung derselben uns überzeugt, dass Frankreich von jetzt an keines Flintglases mehr bedarf zur Verfertigung guter achromatischer Fernröhre, die der Marine und dem Geniekorps so unentbehrlich sind. Auch die Fernröhre, welche wir untersucht und mit englischen verglichen haben, sind Beweise, dass das schwere Glas des Herrn Dufougerais das Lob völlig ver-

dient, welches wir demſelben geben. Man darf aber darum nicht glauben, daſs es durchgängig ſich eigne, daraus groſse Objective zu verfertigen, deren die Aſtronomen bei feinen Beobachtungen bedürfen; für dieſe muſs, ſo wie beim Flintglaſe, eine Auswahl getroffen werden, damit man die Faden und Streifen vermeide, von denen geblaſene Gläſer höchſt ſelten frei ſind. Es würde indeſs für den Handel mit optiſchen Inſtrumenten nachtheilig ſeyn, wenn man von einer groſsen Maſſe Glaſes eine vielleicht chimäriſche Vollkommenheit fordern wollte in Beziehung auf Inſtrumente, die nicht häufig gebraucht werden, und deren Abſatz nur gering iſt, wenn ſie gleich für die Aſtronomie von dem gröſsten Intereſſe ſind. Uebrigens haben wir gefunden, daſs, ſo ſchwer auch das Glas des Hrn. Dufougerais iſt, es doch im Ganzen weniger Fäden und Streifen hat, als das Flintglas, und daſs die Klarheit und Helligkeit deſſelben der des engliſchen Glaſes gleich kommt, oder ſie ſelbſt noch übertrifft.

Das gröſste achromatiſche Fernrohr unter den aus Dufougerais'ſchem Glaſe verfertigten, welche wir unterſucht haben, hat nur ein Objectivglas von 8 Decimeter (2½ Fuſs) Brennweite, und hat 6 Centimeter (2 Z. 2½ L.) Oeffnung, und es vergröſsert den Durchmeſſer der Gegenſtände 30 Mahl. Es würde mit einem aſtronomiſchen Oculare eine ſtärkere Vergröſserung ertragen, dieſe iſt aber zur Beobachtung irdiſcher Gegenſtände

von keinem Nutzen. Wir zweifeln, dafs es die ganze Oeffnung hat, welche es ertragen könnte; denn wenn die Optiker Glas brauchen, das ein ſtärkeres Zerſtreungs-Vermögen als das Strafs hat, ſo müſsten ſie die gewöhnlichen Verhältniſſe, nach denen ſie arbeiten, mit andern vertauſchen.

Hr. Nicolaus Fuſs [Mitgl. der Petersburger Akademie, jetzt wirklicher Etatsrath und Ritter] hat im Jahre 1774 ein kleines Buch in franzöſiſcher Sprache geſchrieben, [wovon wir im Deutſchen eine Ueberſetzung beſitzen] unter folgendem Titel: „Umſtändliche Anweiſung, wie alle Arten von „Fernröhren in der gröſsten möglichen Vollkom-„menheit zu verfertigen ſind. Aus des ältern „Herrn Euler's Dioptrik gezogen, und für alle „Künſtler in dieſem Fache begreiflich gemacht. — „Aus dem Franzöſiſchen überſetzt und mit eini-„gen Zuſätzen vermehrt von Klügel. Leipzig „1778. 4." Dieſes Werk ſollte in den Händen aller optiſchen Künſtler ſeyn; aber es iſt in Frankreich ſelten, da es in Petersburg erſchienen iſt. Die Künſtler finden in dieſer Anweiſung die Vortheile angegeben, die ein ſtärker als Flintglas zerſtreuendes Glas gewährt, und die Veränderungen, welche bei Glaſe dieſer Art in dem Bau achromatiſcher Fernröhre nöthig ſind *).

*) In dieſer Ausſage irret ſich der Berichtserſtatter. Allen Beſtimmungen der Dimenſionen achromatiſcher Inſtrumente, welche in dieſem Werke gegeben werden, liegen

Diese Untersuchungen gehören indess für die Verfertiger optischer Instrumente und sind den Arbeiten des Herrn Dufougerais fremd, welche, wie es uns scheint, in jeder Rücksicht von der Re-

die Brechungs-Verhältnisse 153 : 100 für Crownglas, und 158 : 100 für Flintglas, und ein Verhältniss der Farbenzerstreuung dieser beiden Glasarten von 2 : 3 zum Grunde. Nur als Nachtrag findet man die Dimensionen eines einzigen dreifachen Objectivs, welche die vortheilhaftesten sind, wenn das Brechungs-Verhältniss des Flintglases 160 : 100 ist, und wenn die Farbenzerstreuung desselben sich zu der im Crownglase wie 309 : 178 verhält. Nun aber hängt die Gestaltung der Linsen, aus denen das achromatische Objectiv zusammengesetzt werden soll, wesentlich von den Brechungs-Verhältnissen und dem Verhältnisse der Farbenzerstreuung in beiden Glasarten ab. Nach d'Alembert's Berechnungen hat ein sehr kleiner Fehler in der Annahme der erstern Verhältnisse, Abweichungen der Strahlen zur Folge, welche grösser sind, als die Abweichung wegen der Kugelgestalt, die man durch das dreifache Objectiv aufzuheben sucht; und nimmt man das Zerstreuungs-Verhältniss nur um $\frac{1}{10}$ irrig, so bleibt ein volles Fünftel (oder wenn das Zerstreuungs-Verhältniss, wie in einigen Arten Flintglas, 32 : 20 statt 3 : 2 ist, selbst ein volles Viertel) der Abweichung zurück, welche wegen der Farbenzerstreuung in einem einfachen Objective, das dieselbe Brennweite als das achromatische hat, Statt haben würde. Ein Irrthum ersterer Art lässt sich durch schickliche Einrichtung der Oculare, ein Irrthum letzterer Art dadurch, dass man die Entfernung der drei Linsengläser des Objectivs verändert, oder zur Vorderlinse eine nach vorn etwas weniger oder stärker convexe Linse nimmt, zwar vermindern, doch führt dieses nicht zu der Vollkommenheit, die der Künstler erlangen kann, wenn er nach den Dimensionen arbeitet, die für seine Glasarten die vortheilhaftesten sind, des Mühseligen eines solchen Nachhelfens nicht zu gedenken. Bestimmungen der Halbmesser der Vorder- und der Hinterflächen der einzelnen Linsen des achromatischen Objectivs für verschiedene

gierung aufgemuntert und unterstützt und von dem Institute empfohlen zu werden verdienen.

Unterzeichnet. De Prony, Guyton, Rochon.

Die Klasse genehmigt den Bericht, und tritt dem Beschlusse bei.

Délambre,
beständiger Secretair.

Brechungs-Verhältnisse und für verschiedene Zerstreuungs-Verhältnisse der beiden Glasarten, damit der Künstler zwischen ihnen für seine Glasarten, mit denen er es gerade zu thun hat, interpoliren, und so ohne viele Rechnung der vortheilhaftesten Einrichtung sich nähern könnte, würden, wie es mir scheint, den praktischen Werth dieses schätzbaren Werkes noch um vieles erhöhet haben; vielleicht auch einige Fingerzeige der Art, wie man sie bei d'Alembert findet. Dass Hr. Prof. Klügel sich entschlossen hat, in den folgenden Aufsätzen seine Theorie eines vollkommenen Doppel-Objectivs, nochmahls revidirt, so verständlich als möglich aus einander zu setzen, und dem Künstler eine lichtvolle Anleitung zu geben, wie er die Berechnung bei andern Brechungs- und Zerstreuungs-Verhältnissen einzurichten hat, — dieses wird indess praktischen Optikern vielleicht denselben, wo nicht einen noch grössern Nutzen, als Tabellen solcher Art gewähren.

Gilbert.

tagsfernrohre hatte er bloſs ein proviſoriſches Objectiv, welches indeſs doch die gewöhnliche 80 mahlige Vergröſserung recht gut vertrug. Dieſes Mittagsfernrohr trägt einen ganzen Kreis, deſſen Mikrometerſchrauben 120 Drehungen auf den Zoll haben, und der eine groſse Genauigkeit giebt. Bei Höhenmeſſungen wichen wir, Hr. Repſold und ich, nie mehr als um 2 Sekunden von einander ab, und bei geraden Aufſteigungen wich das Mittel aus den beiden äuſserſten Fäden nie über 0,4 Sekunden vom mittlern Faden ab. Ich ſchreibe dieſe Genauigkeit vorzüglich auf Rechnung des groſsen Fernrohrs, weil dadurch der Fehler, der von der Undeutlichkeit des Sehens herrührt, nahe gleich Null wird. Bei kleinern Fernröhren von 14 bis 18 Zollen, ſo wie ſie gewöhnlich auf den Wiederholungskreiſen ſind, iſt dieſer Fehler immer viel gröſser, und man kann ihn nur durch die Menge der Beobachtungen aufheben."

„Herr Repfold klagt, daſs die Objective, welche er nach der Klügel'ſchen Theorie geſchliffen habe, gar keine Wirkung gethan hätten. Er ſah ſich endlich genöthigt, die Bogen zu ſuchen, nach denen die engliſchen Gläſer geſchliffen ſind, und bei dieſen ſtand er ſich beſſer, obſchon ſie ſehr von der Theorie abweichen. Die Tabelle, die in Gehler's Wörterbuche unter dem Artikel *Achromaten* ſteht, weicht auch ganz von der Theorie ab. Es iſt traurig, daſs unſere Künſtler ſich hierbei an bloſse Empirik halten müſſen, und es

wäre

wäre zu wünschen, daſs ein groſser Theoretiker ſich mit einem Künſtler, wie Repſold iſt, verbände, und eine ſolche Theorie entwickelte, welche Achromaten gäbe, die viele Vergröſserung ertragen. Alle Feinheiten der Theorie kann der Künſtler, der nicht mit mathematiſchen Linien und Punkten arbeitet, freilich nicht darſtellen, und etwas muſs immer dem Glück und dem Probiren überlaſſen bleiben. Aber Glück und Probiren können doch wohl in viel engere Gränzen eingeſchloſſen werden, als ſie es jetzt ſind."

So weit Hr. Prof. Benzenberg.

Was die Tabelle in Gehler's Wörterbuche Th. I. S. 41. betrifft, ſo iſt ſie, wie auch dort angegeben wird, aus der Schrift des Herrn Etatsrath Fuſs entlehnt. Hrn. Prof. Klügel hat die Klage des geſchickten Künſtlers veranlaſst, ſich ſelbſt nicht bloſs über ſeine Theorie eines vollkommnen Doppel-Objectivs, und über die Anwendung der nach ihr geführten Berechnungen in dem folgenden Aufſatze zu erklären, ſondern auch eine lichtvolle Anweiſung zu dieſer Berechnung für Künſtler hinzuzufügen. Die Maaſsen einiger dreyfacher Objective von vortrefflichen 3½füſsigen Fernröhren, wie ſie Dollond, der Sohn, ſeit 1765 verfertigte, ſetze ich hierher. Das Flintglas ſteht in der Mitte zwiſchen zwei biconvexen Linſen aus Kronglas, und die Halbmeſſer der Flächen wa-

ren, von der dem Objecte zugewendeten Seite an gerechnet, folgende: *erstens* eines Fernrohrs, welches Hr. Lalande 1768 gekauft hatte, von ungefähr 43 Zoll Brennweite und 3⅓ Zoll Oeffnung: 315, 450; 235, 315; 320, 320; *zweitens* eines andern noch vorzüglichern Fernrohrs von ungefähr 43 Zoll 5 Lin. Brennw. und 3⅓ Zoll Oeffnung, das er später gekauft hatte: 315, 400; 238, 290; 316, 316 Linien. Sie vergröſserten 144 Mahl, und konnten selbst eine 240 fache, ja eine 380fache Vergröſserung ertragen; *drittens* eines Fernrohrs, von dem in den *Mém. de Paris* 1767. p. 460. die Rede ist: 311, 392; 214, 294; 294, 323 Linien.

Der Astronom der Berliner Akademie der Wissenschaften, Bernoulli, der vor einigen Jahren gestorben ist, hatte diesen Künstler (Peter Dollond) im J. 1769. in London besucht, und theilte über ihn und seine achromatische Fernröhre in seinen *astronom. Briefen* unter dem 20. Jan. d. J. einige Nachrichten mit, die ich hier ausziehe: „Man muſs es bedauern, daſs dieser äuſserst geschickte Künstler, wie man mir versichert, nicht die theoretischen Kenntnisse seines Vaters besitzt, doch ist es zu verwundern, daſs bloſses Probiren ihn so weit hat bringen können. Denn es hat allen Anschein, daſs er nur von den gemeinsten optischen Regeln ausgeht, und daſs er die Vorzüglichkeit seiner neuen Fernröhre gröſstentheils nur durch Ausprobiren (*tâtonnement*) erreicht. Man hat mir glaubhaft versichert, daſs er aus beiden Glas-

arten eine grosse Anzahl verschiedener Linsen schleifen läſst, und so lange unter ihnen aussucht und zusammenpaſst, bis er eine Zusammensetzung trifft, die ihm genügt. Hr. Dollond selbst verhehlte es nicht, daſs er fast alles durch Uebung und Probiren erhalte, als ich ihm im Namen unsres gelehrten Académicien Beguelin mehrere Fragen vorlegte, seine Annahme des Brechungs- und Zerstreuungs-Vermögens von Flint- und Kronglas, und die beiden Arten von Abweichung betreffend. Er fügte hinzu, die ausserordentliche Verschiedenheit in der Masse des Glases mache, daſs man keinen sonderlichen Erfolg erreiche, wenn man sich bloſs nach der Theorie richten wolle." Dieser Grund und manches andere, was Hr. Bernoulli noch anführt, sieht einer bloſsen Entschuldigung sehr ähnlich. Damahls hatten indessen Clairaut und d'Alembert eben erst ihre Berechnungen der vortheilhaftesten Gestalt achromatischer Objective bekannt gemacht, und von solchen Berechnungen Gebrauch zu machen, das setzt allerdings einen Künstler voraus, der in der theoretischen Dioptrik ziemlich bewandert ist, oder unter den Augen eines Theoretikers arbeitet. Letzteres war unter andern der Fall mit dem französischen Optiker Anthéaulme. Er brachte im Sept. 1763. nach Clairaut's Angaben ein achromatisches Fernrohr von 7 Fuſs Brennweite zu Stande; es hatte aber nur $2\frac{5}{8}$ Zoll Oeffnung, und als Beweis der Güte wird blos angegeben, daſs es ein Ocular von 3 Linien Brenn-

weite ertragen, und mehr geleiftet habe, als das einfache 34 füfsige Fernrohr der Sternwarte. Man findet unter andern in Lalande's Aftronomie Ed. 3. T. 2. §. 2304. die Maafse diefes Fernrohrs.

In Dollond's Werkftatt wurden auch vortreffliche Gregorianifche Spiegelteleſkope verfertigt. Folgendes follen (1769) die Preife in London felbft gewefen feyn: ein *achromatifches Fernrohr* von 20 Zoll Länge $1\frac{3}{4}$ Pfund Sterling; von 2 Fufs Länge $2\frac{1}{10}$, und von 3 Fufs Länge $3\frac{3}{10}$ Pfd. Sterl., wobei jedoch ohne allen Zweifel ein Irrthum Statt findet. — Ein *Tafchen-Spiegel-Teleſkop* koftete $2\frac{2}{10}$ Pfd., und Spiegel-Teleſkope von 14 Zoll Länge $5\frac{1}{2}$, von 18 Zoll Länge $7\frac{7}{10}$, von 2 Fufs Länge $10\frac{1}{2}$, und wenn es mit einem Auffucher und mit gezähnten Rädern verfehen war, $16\frac{4}{5}$ Pfd. Sterl. Ein *einfaches* Fernrohr von 3 Fufs Länge mit 6 Gläfern koftete $1\frac{1}{20}$, und von 4 Fufs Länge $1\frac{1}{2}$ Pfd. Sterl. Im October 1800. boten die Affichen in Paris ein von Dollond verfertigtes achromatifches Fernrohr, mit dem man 2 Miriameter ($2\frac{1}{2}$ deutfche Meile) weit eine Perfon ohne Mühe follte erkennen können, für 250 Francs feil; es hatte 600 Francs gekoftet.

IV.

ANGABE

eines möglichst vollkommnen achromatischen Doppel-Objectivs, und über die Anwendbarkeit dieser und ähnlicher Berechnungen für Künstler zur Verfertigung achromatischer Fernröhre,

von dem

Professor Klügel in Halle.

Daſs Hrn. Repsold die achromatischen Objective, welche er nach meiner oder der Euler'schen Theorie geschliffen hat, gar keine Wirkung gethan haben, ist mir unangenehm, aber doch leicht erklärbar. Die dioptrischen Rechnungen geben, bei geringen Unterschieden, in den Annahmen der Brechungs- und Zerstreuungs-Verhältnisse der Strahlen, merklich verschiedene Resultate. In einem Doppel-Objective geschehen vier Brechungen, wobei die Abweichung des Erfolgs von der Rechnung in einer Brechung die in der folgenden merklich vergröſsern kann. Daher wird es nöthig seyn, die Beschaffenheit der Glasarten, welche der Künstler bearbeitet, genau zu kennen, um die Rechnung derselben gemäſs besonders einzurichten, und dieses sowohl für die mittlern, als für die am wenigsten und am meisten brechbaren Strahlen; oder der Rechner muſs sowohl das mittlere Brechungs-

Verhältniſs, als das Zerſtreuungs-Verhältniſs möglichſt genau kennen.

Die dioptriſchen Rechnungen ſelbſt haben zweitens ihre eigne Schwierigkeit, weil das unveränderliche Verhältniſs der Brechung gleichartiger Strahlen nicht das Verhältniſs der Winkel, ſondern ihrer Sinus iſt. Bei einzelnen Gläſern mag man jenes oder ein dem Verhältniſſe der Sinus ſich näherndes nehmen; allein bei einem zuſammengeſetzten Objectiv können durch abgekürzte Rechnungsformeln beträchtliche Abweichungen entſtehen, ſowohl in den Vereinigungsweiten der gebrochenen Strahlen, als noch mehr in den Einfalls- und Brechungswinkeln, beſonders der nahe bei dem Rande durchgehenden. Auch die Dicke der Linſen iſt mit in Rechnung zu ziehen, welches aber auf eine allgemeine Art nicht ohne groſse Weitläuftigkeit geſchehen kann. Darum iſt es am ſicherſten, für jede gegebenen Glasarten die Rechnung beſonders anzuſtellen, und die Strahlen durch alle Brechungen hin genau zu verfolgen, um ſich zu verſichern, daſs alle Abweichungen, ſowohl der gleichartigen als der ungleichartigen Strahlen, gehoben ſind.

Ein Beiſpiel dieſer Rechnung habe ich in dem XIII. Bande der Abhandlungen der Göttingiſchen Societät der Wiſſenſchaften geliefert, worin ich zugleich einige allgemeine Beſtimmungen zur vortheilhafteſten und ſicherſten Einrichtung der Doppel-Objective gegeben habe. Ein Auszug aus die-

ſer Abhandlung, iſt in dem Hindenburgiſchen Archive der reinen und angewandten Mathematik II. Band. 6. Heft. S. 141 ff.. enthalten.

Ich fand durch trigonometriſche Rechnung, daſs in dem von mir nach Euler beſtimmten Doppel-Objective, woran die Vorderlinſe gleichſeitig iſt, die Vereinigungsweite der mit der Axe parallel, in einem Abſtande von 10°, auffallenden Strahlen von der Vereinigungsweite der ihnen gleichartigen, in der Axe ſelbſt oder ihr höchſt nahe liegenden Strahlen, nach allen vier Brechungen beträchtlich abweicht. Sie iſt um $\frac{1}{29}$ der letztern gröſser. Man mag zwar durch Verminderung der Oeffnung des Objectivs etwas helfen; allein diese Zerſtreuung ſelbſt der gleichartigen Strahlen muſs, wo möglich, ganz gehoben werden. In einer gleichſeitigen Vorderlinſe iſt der Einfalls- und Brechungswinkel an der Hinterfläche zu groſs. Am beſten wird es ſeyn, die Halbmeſſer ihrer Flächen ſo zu beſtimmen, daſs die Winkel des auffallenden und des ausfahrenden Strahls mit den Halbmeſſern ſich einander nahe gleich ſeyn. Dadurch werden die Winkelabweichungen der Randſtrahlen auf beiden Seiten zuſammengenommen ein Kleinſtes. Die Längenabweichung auf der Axe durch das erſte Glas wird zwar alsdann nicht ein Kleinſtes; allein an einer Vergröſserung der Längenabweichung iſt weniger gelegen, als an einer Vergröſserung der Winkelabweichung, die zu ihrer Hebung wieder einen gröſsern Einfallswinkel an der

dritten brechenden Fläche erfordert. Die Winkelabweichung ist dem Auge eigentlich empfindbar, die Zerstreuung längs der Axe wenig oder gar nicht.

Ich habe für den Fall, da der Einfallswinkel der auffallenden Strahlen an einer Linse dem Brechungswinkel der ausfahrenden gleich ist, zwei Formeln zur Bestimmung der Halbmesser ihrer Flächen gesucht, wodurch diese Gleichheit nahe erreicht wird. Die Brennweite eines auf beiden Seiten convexen Glases sey p, das Brechungsverhältniss $n:1$, der Halbmesser der Vorderfläche f, der Hinterfläche g, so ist

$$f = \frac{2(n-1)}{n} p \;; \quad g = \frac{2(n-1)}{2-n} p.$$

Z. B. wenn $n = 1,53$, so ist $f:g = 47:153$.

Die Abweichung der Randstrahlen bei der Brechung durch die erste Linse muss durch die Abweichung bei der dritten Brechung gehoben werden, so dass bei dieser gar keine, oder nur eine sehr geringe bleibe. Die Abweichung bei der dritten Brechung entsteht theils von der Abweichung bei den beiden vorhergehenden, theils bei dieser unmittelbar. Ich habe eine Gleichung für die Vereinigungsweite der gleichartigen Strahlen bei der dritten Brechung gesucht, bei welcher die Abweichung verschwindet. Die Gleichung ist freilich eine cubische, daher nicht ganz leicht aufzulösen. Da eine cubische Gleichung wenigstens eine mögliche Wurzel hat, so erhellt, dass die gemachte Forderung sich erfüllen lässt. Die Vereinigungs-

weite der gebrochenen Strahlen, und die schon bekannte der auffallenden, bestimmen den Halbmesser der brechenden Fläche, oder der Vorderfläche der Concavlinse.

Die Zerstreuung der ungleichartigen Strahlen muss nun durch die vierte brechende Fläche gehoben werden. Zu dem Ende berechne man den Weg der am meisten und der am wenigsten brechbaren Strahlen durch die drei ersten Brechungen, ohne die Abweichung wegen der Kugelgestalt, d. i., ohne diejenige, die von dem Unterschiede des Verhältnisses der Winkel und ihrer Sinus entsteht. Die Vereinigungsweiten dieser Strahlen, von der vierten brechenden Fläche an gerechnet, geben, mittelst des noch unbekannten Halbmessers derselben, die Vereinigungsweite der durch sie gebrochenen. Diese muss für beide Arten von Strahlen dieselbe seyn. Dadurch erhält man eine Gleichung für den Halbmesser der vierten Fläche. Solchergestalt ist das ganze Doppel-Objectiv bestimmt, so dass beide Arten der Zerstreuung gehoben sind. Die Randstrahlen werden zwar an der vierten Fläche noch eine geringe Zerstreuung der ersten Art, wegen des Unterschiedes zwischen dem Verhältnisse der Winkel und ihrer Sinus, leiden; allein diese kann nur ganz unbedeutend seyn, da hier nur sehr kleine Einfalls- und Brechungswinkel vorkommen. Die Trennung beider Geschäfte, die Zerstreuung der einen und der andern Art zu heben, erleichtert ihre Ausführung gar sehr. Für die am stärksten

und am schwächsten brechbaren Strahlen wird zwar, wegen des für sie abweichenden Werthes der Exponenten n und n', die Zerstreuung der ersten Art, nach den drei ersten Brechungen, nicht ganz gehoben; dieses läſst sich nicht vermeiden, wird aber doch möglichst geringe seyn, wenn die Zerstreuung der Strahlen von mittlerer Brechbarkeit gehoben ist. Da die um die Mitte des Objectivs auffallenden Strahlen bei weitem die wichtigsten sind, so ist der Halbmesser der vierten Fläche so bestimmt, daſs bei diesen Strahlen keine Farbenzerstreuung Statt finde, besonders da man nicht weiſs, ob nicht wegen der Abweichung des Künstlers von den Vorschriften, oder wegen der Beschaffenheit der angewandten Glasarten, eine Zerstreuung der ungleichartigen Strahlen Statt haben möge.

In der oben angeführten Abhandlung habe ich, anstatt der zuerst mit Euler angenommenen Brechungs-Verhältnisse, die von Beguelin in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften für das J. 1762. angegebenen zur Berechnung des Doppel-Objectivs gebraucht, weil sie mir genauer schienen. Sie werden freilich für jede Glasart, die ein Künstler anwendet, ein wenig anders ausfallen. Beguelin fand das Brechungs-Verhältniſs

in Kronglas für die violetten Strahlen 1,53761 : 1
für die mittlern 1,53175 : 1
für die rothen 1,52588 : 1;

in Flintglas für die violetten Strahlen 1,59058 : 1
für die mittlern 1,58121 : 1
für die rothen 1,57184 : 1.

Für diese Verhältnisse habe ich, auf dem beschriebenen Wege, folgende Maafsen zu einem vollkommnen Doppel-Objective gefunden.

Die Brennweite desselben, von der letzten brechenden Fläche an gerechnet, sey = 10000, so sind

die Brennweiten der Gläser:

I. 3119½. II. 4390.

Die Halbmesser der brechenden Flächen:

I. 2166. II. 7085. III. 4632½. IV. 5681.

Dicke der Convexlinse = 78. Dicke der Concavlinse = 31. Abstand der innern Flächen beider Gläser = 31. Ganze Oeffnung der Convexlinse = 1003.

Die bei diesem Objectiv vorhandenen Einfalls- und Brechungswinkel sind in folgender Tabelle enthalten:

Brechung	Einfallswinkel			Brechungswinkel.		
I.	10°	0′	0″	6°	30′	34″
II.	6	30	58	10	0	37
III.	11	34	31	7	17	26
IV.	1	0	52	1	36	15

In dem von mir zuerst berechneten Doppel-Objectiv, woran die Vorderlinse gleichseitig ist, hält der zweite Brechungswinkel 20° 48′; der dritte Einfallswinkel 22° 7′; der letzte Brechungswinkel 2° 30′.

Ob die Dicke der Convexlinse für grosse Brennweiten nicht zu groſs angenommen sey, muſs ich der Ausführung überlassen. Es wird nöthigenfalls nicht nachtheilig seyn, die Dicke des Glases etwas weniges kleiner zu machen, weil bei einer geringen Veränderung in der Lage der brechenden Fläche die Vereinigungspunkte der ungleichartigen Strahlen fast auf dieselbe Art verrückt werden. Das Intervall der beiden Gläser ist von mir gröſser gesetzt, als es nöthig gewesen wäre, um sie, wenn es nöthig seyn sollte, ein weniges näher an einander stellen zu können. Die allgemeine Rechnung zeigt, mit Weglassung der Dicke der Gläser, daſs eine Veränderung in dem Brechungs- und Zerstreuungs-Verhältnisse durch eine Veränderung des Intervalls der Gläser wieder vergütet werden könne, so daſs die Brennweite des Concavglases für die mittlern Strahlen dieselbe bleibe. Sollte ein Künstler irgend einige Schwierigkeiten bei meinen Angaben finden, so bin ich gern erbötig, dessen Bemerkungen und Erfahrungen zu einer neuen Berechnung anzuwenden.

Das von mir gebrauchte Verfahren weicht ganz von dem ab, dessen sich Jeaurat in den Memoiren der Pariser Akademie für 1770 bedient hat. Er hat hier Tafeln zur Verfertigung nicht allein gedoppelter und dreifacher, sondern auch vier- und fünffacher Objective geliefert. Eine Art seines Doppel-Objectivs besteht aus einer gleichseitig convexen Linse von venetianischem Glase, und einer Concavlinse von Flintglas. Die Halbmesser

Die Berechnung eines *dreifachen Objectivs* ohne alle Zerstreuung ist sehr mühsam. Die Ausführung ist mislich, da, wegen der Beschaffenheit der Glasarten und der Abweichung von der Vorschrift bei der Ausarbeitung, die Fehler bei drei Gläsern sich weit mehr häufen können, als bei zweien. Ein vollkommnes Doppel-Objectiv hat den Vorzug der gröſsern Helligkeit des Bildes. Gestattet das dreifache Objectiv einen gröſsern Halbmesser der ersten brechenden Fläche, ohne die Einfalls- und Brechungswinkel nachtheilig groſs zu machen, so kann es dadurch in Absicht auf Helligkeit dem Doppel-Objectiv gleich kommen, oder gar es übertreffen. Sonst ist der Vortheil, daſs die Gläser des dreifachen Objectivs gröſsere Brennweiten haben, nur alsdann erheblich, wenn die Abweichung wegen der Kugelgestalt nicht gehoben ist. Bei groſsen Brennweiten des Doppel-Objectivs darf man auch den Halbmesser der Vorderfläche des Convexglases in Beziehung auf den Halbmesser der Hinterfläche gröſser machen, als bei dem berechneten geschehen ist, da in diesem Falle die Einfalls- und Brechungswinkel am Rande nur mäſsig sind. Darin hat das dreifache Objectiv einen eignen Vorzug, daſs die ungleichartigen Strahlen, die von dem Rande des Objects durch die Mitte des ersten Glases gehen, durch die zwei andern sich parallel gemacht werden können, so daſs auch in Absicht auf diese die Farbenzerstreuung unmerklich wird.

V.

WEITERE ENTWICKELUNG

der Angabe eines vollkommenen Doppel-Objectivs in dem vorhergehenden Auffatze,

von dem

Profeffor Klügel in Halle.

1. Da die dioptrifchen Rechnungen nur Wenigen geläufig feyn mögen, fo folgt hier eine Ueberficht der zur Beftimmung eines vollkommnen Doppel-Objectivs dienenden Formeln, mit der Angabe aller einzelnen Längen und Winkel, welche aus gewiffen beftimmten Annahmen folgen, um den ganzen Weg der Strahlen deutlichft überfehen zu laffen und anfchaulich zu machen.

2. In Fig. 2. Taf. IV. ift die Brechung eines Lichtftrahls durch eine Doppel-Linfe dargeftellt. *PP* ift die convexe Linfe von Kronglas oder einer ähnlichen Gattung, *QQ* die concave von Flintglas oder einer verwandten Gattung, woran die Brechung ftärker ift, als an jener. Die Mittelpunkte der fphärifchen Flächen, *PAP*, *PBP*, *QCQ*, *QDQ*, find *K*, *L*, *M*, *N*. Die gerade Linie, auf welcher fie liegen, ift die Axe der Doppel-Linfe. Ein Strahl *de* fällt parallel mit der Axe in *e* auf, und wird hier nach *eE* gebrochen; in *f*, an der Hinterfläche der Vorderlinfe, wird er nach der Richtung *fF* von dem Einfallslothe *Lfl* abgelenkt, und trifft die Hin-

Hinterlinse in g; hier wird er in die Richtung gG nach dem Einfallslothe Mgm hin gebrochen, und wird darauf in h, wo er herausfährt, von dem Einfallslothe Nh nach der Richtung hH abgelenkt, so dass er die Axe in H schneidet. Wenn der Unterschied zwischen dem Verhältnisse der Winkel und ihrer Sinus in den Brechungs-Verhältnissen bei Seite gesetzt wird, so sind E, F, G, H die *Vereinigungspunkte* für alle mit dem Strahl de der Axe parallel auffallenden gleichartigen Strahlen; eigentlich aber *Gränzpunkte*, welchen sich die Durchschnittspunkte der gebrochenen Strahlen mit der Axe von der einen oder der andern Seite desto mehr nähern, je kleiner der Abstand Ae ist, in welchem ein Strahl de auffällt.

3. Die Halbmesser der brechenden Flächen seyen $KA = f$; $LB = g$; $MC = F$; $ND = G$; die Brennweite der Vorderlinse PP sey $= p$. Diese ist von einem gewissen Punkte nahe in der Mitte zwischen beiden brechenden Flächen zu nehmen. Wir wollen ihr 10000 gleiche, willkührlich grosse, Theile geben, um durch sie alle übrigen Grössen auszudrücken. Die Dicke der Convexlinse AB sey $= 250$; der Concavlinse $CD = 100$; der Abstand der innern Flächen $BC = 100$ solcher Theile. Das Brechungs-Verhältniss für die mittlern Strahlen in Kronglas sey $n : 1$; in Flintglas $n' : 1$. Hier wird genommen $n = 1{,}53175$, und $n' = 1{,}58121$.

4. Die dioptrischen Gleichungen sind hier von dreierlei Gattung. Die erste Gattung begreift diejenigen, welche man die rein-dioptrischen nennen möchte, zwischen den Vereinigungsweiten der auffallenden und gebrochenen Strahlen, dem Halbmesser der brechenden Fläche und dem Exponenten des Brechungs-Verhältnisses. Die zweite enthält die trigonometrisch-dioptrischen Formeln zur Bestimmung der Lage eines von den Vereinigungspunkten (den Gränzpunkten) abweichenden Strahls. Die dritte Gattung enthält drei Gleichungen, welche der von mir vorgetragenen Theorie eines vollkommenen Doppel-Objectives eigen sind.

5. Die Gleichungen der *ersten* Klasse sind:

1) $AE = \frac{nf}{n - 1}$.

2) $\frac{g}{BF} = \frac{ng}{BE} + n - 1$.

3) $\frac{F}{CG} = \frac{F}{n'. CF} - \frac{n' - 1}{n'}$.

4) $\frac{G}{DH} = \frac{n'. G}{DG} - (n' - 1)$.

6. Diese Gleichungen oder Formeln geben eine Vereinigungsweite nach der andern, so fern auf die Abweichung der Winkel von dem Verhältnisse ihrer Sinus nicht gesehen wird, nachdem die Halbmesser der Flächen und die Dicken der Linsen mit dem Abstande derselben bestimmt worden sind. Sie sind eigentlich nur Abänderungen eine von der andern, zufolge der Lage des Halbmessers und der Vereinigungsweiten. Den Formeln ist hier eine solche Gestalt gegeben, in welcher

ſie der Anwendung der logarithmiſchen Rechnung am fähigſten ſind.

7. Wird aber *zweitens* das genaue Verhältniſs der Brechung beobachtet, ſo nimmt die Rechnung folgenden Gang.

$$\text{I.}\quad \text{ſin.}\,KeE = \frac{\text{ſin.}\,ked}{n};$$
$$E = ked - KeE;$$
$$\text{ſin.}\,E : \text{ſin.}\,KeE = Ke : KE = KA : KE;$$
$$LE = KE + KA + LB - AB.$$

$$\text{II.}\quad Lf : LE = \text{ſin.}\,E : \text{ſin.}\,lfE;$$
$$\text{ſin.}\,lfF = n\,.\,\text{ſin.}\,lfE;$$
$$F = E + lfF - lfE;$$
$$\text{ſin.}\,F : \text{ſin.}\,lfF = Lf : LF = LB : LF;$$
$$MF = LF - LB + MC - BC.$$

$$\text{III.}\quad Mg : MF = \text{ſin.}\,F : \text{ſin.}\,mgF;$$
$$\text{ſin.}\,mgG = \frac{1}{n'}\,\text{ſin.}\,mgF;$$
$$G = F - (mgF - mgG);$$
$$\text{ſin.}\,G : \text{ſin.}\,mgG = Mg : MG = MC : MG;$$
$$NG = MG - MC - ND - CD.$$

$$\text{IV.}\quad Nh : NG = \text{ſin.}\,G : \text{ſin.}\,NhG;$$
$$\text{ſin.}\,NhH = n'\,.\,\text{ſin.}\,NhG;$$
$$H = G - (NhH - NhG);$$
$$\text{ſin.}\,H : \text{ſin.}\,NhH = Nh : NH = ND : NH.$$

Hieraus ergiebt ſich die letzte Vereinigungsweite des abweichenden Strahls hH, von der Hinterfläche der Concavlinſe an genommen,

$$DH = ND + NH.$$

Der Unterſchied dieſer Länge von derjenigen,

welche die Formel 4. in §. 5. giebt, ist die Abweichung wegen des Unterschiedes zwischen dem Verhältnisse zweier Winkel und ihrer Sinus, oder kürzer, die Abweichung wegen der Kugelgestalt an dem Doppel-Objective.

8. Die *Gleichungen der dritten Klasse* bilden die von mir angegebene Theorie vollkommener Doppel-Objective. Zwei, zu einander gehörige, enthalten die Bestimmung der Vorderlinse, nämlich der Halbmesser ihrer Flächen aus der Brennweite. Die Summe der Winkelabweichungen wegen der Kugelgestalt an dieser Linse möglichst zu vermindern, ist es dienlich, die Winkel des auffallenden und des ausfahrenden Strahls mit dem Einfallslothe einander gleich zu machen, das ist, in Fig. 1. Taf. IV. den Winkel $dek = Ffl$ zu setzen. Dieses wird sehr nahe erhalten, wenn die Halbmesser der Flächen sind

$$f = \frac{2(n-1)}{n} p; \quad g = \frac{2(n-1)}{2-n} p;$$

wo p die Brennweite der Linse bedeutet, welche von der Mitte a auf AB gerechnet werden mag, da sonst bei der Angabe der Brennweiten die Dicke des Glases nicht beachtet wird.

Es ist $f : g = 2 - n : n$, nahe wie 11 : 36, fast genau wie 59 : 193; und $p = 10000$ gesetzt, ist für die mittlern Strahlen,

$$f = 6943; \quad g = 22712.$$

Hieraus wird erhalten $AE = 20000$, und $BF = 9904$. Der Abstand des Brennpunktes F von der Mitte des Glases ist 10029, sehr nahe $= p$.

9. Es mag scheinen, dass bei diesem Verhältnisse der Halbmesser gegen die Brennweite die Helligkeit leiden könnte, indem die Oeffnung nicht so groß möchte genommen werden dürfen, als es bei einem in Verhältniss gegen die Brennweite oder den Halbmesser der Hinterfläche größern Halbmesser der Vorderfläche thunlich seyn möchte. Allein bei der Hinterfläche wird dieses reichlich wieder ersetzt. Wenn die Linse gleichseitig ist, und $n = 1,53$, so gehört zu einem Einfalls-Winkel $dek = 10°$ an der Vorderfläche ein Brechungs-Winkel $Ffl = 20° 48' 6''$ an der Hinterfläche; bei dem gefundenen Verhältnisse ein Winkel Ffl sehr nahe von 10°, nicht halb so groß als jener.

10. Bei dem gewählten Verhältnisse der Halbmesser ist es vortheilhaft, dass die zweite Vereinigungsweite BF, der unmittelbar neben der Axe ihr parallel auffallenden Strahlen, sehr nahe halb so groß ist als ihre erste Vereinigungsweite AF. Die Ablenkung dieser Strahlen von ihrer ersten Richtung, nach der Axe hin, wird also in Beziehung auf die Mitte der Linse, auf beide Brechungen äußerst gleichmäßig vertheilt. Daher wird für die nach dem Rande der Linse hin auffallenden Strahlen die Abweichung von den Punkten E und F, wenn auch nicht möglichst klein, doch der kleinsten nahe seyn. Der Winkel AEe ist daher auch nahe die Hälfte von BFf, oder die Ablenkung der auffallenden Strahlen den Winkeln

nach wird auf beide Brechungen auch fast gleichmäfsig vertheilt. Wirklich ist auch, wenn man den Bogen *Ae* oder den zugehörigen Winkel $K = 10°$ nimmt, der Winkel $E = 3° \ 29' \ 26''$ und $F = 6° \ 59' \ 5''$.

11. Die *zweite Gleichung* der dritten Klasse bestimmt die Vereinigungsweite *CG* der gebrochenen Strahlen nach der Brechung durch die dritte brechende Fläche so, dafs sie sowohl den unmittelbar neben der Axe, als den nach dem Rande bei *e* auffallenden Strahlen, ohne merklichen Unterschied, gemein sey. Da an der vierten brechenden Fläche die Einfalls- und Brechungs-Winkel sehr klein sind, so ist hier die Abweichung wegen der Kugelgestalt unmerklich. Das Verhältnifs der Sinus fängt von dem ihrer Winkel erst bei gröfsern Winkeln an, bedeutend abzuweichen, und dieses langsam. Bei der ersten Linse konnten wir die Abweichung der gleichartigen Strahlen von ihrem Haupt-Vereinigungspunkte nur so klein machen, als es sich ohne Nachtheil für die Helligkeit, wegen der Oeffnung des Glases, thun läfst. Wenn diese Abweichung ein Kleinstes seyn sollte, so würden die Halbmesser der Vorder- und Hinterfläche sich verhalten müssen nahe wie 1 : 7. Dennoch würde in Absicht der Abweichung sehr wenig gewonnen werden. Denn die zu einem Kleinsten oder Gröfsten gehörigen veränderlichen Gröfsen (hier das Verhältnifs der Halbmesser) pflegen sich schnell zu verändern,

indem jenes nur wenig von feiner Gränze fich entfernt. Es ist aber desto weniger nöthig, die Abweichung durch die Vorderlinse möglichst klein machen zu wollen, weil sie dienen muss, die Abweichung bei der Brechung durch die Concavlinse zu heben.

12. Die Abweichung bei der Brechung durch die Convexlinse ist subtractiv, das ist, die Vereinigungsweite *BF* mit der Axe ist für die um den Rand auffallenden Strahlen kleiner als für die neben der Mitte *A*. Hingegen ist für jene, bei der Brechung durch die concave Vorderfläche *QCQ*, die Vereinigungsweite *CG* grösser, als sie es für die neben *C* durchgehenden ist. Daher kann die eine Abweichung durch die andere aufgehoben werden. Eine gehörige Vergleichung beider wird eine Gleichung geben, in welcher der Halbmesser der concaven Fläche als einzige unbekannte Grösse vorkommt, die sich nun durch algebraische Auflösung der Gleichung bestimmen läfst.

13. Die allgemeine Formel für die Abweichung bei der Brechung durch ein einzelnes Glas erhält bei dem Verhältnisse der Halbmesser, welches wir für die Vorderlinse angenommen haben, eine sehr einfache Gestalt. Es sey ihre Brennweite $= p$; der Winkel *AKe* zu dem Einfallspunkte *e* eines der dem Rande nahen Strahlen *de*, oder der Einfalls-Winkel, werde kurz durch *K* bezeichnet, so ist die Abweichung von *BF* für einen solchen Strahl $= - \frac{1}{2} p \, (sin. K)^2$. Aus dieser

Form ſieht man, daſs die Abweichung ſtärker zunimmt als der Winkel K.

14. Der nach der zweiten Brechung von dem Haupt-Vereinigungspunkte F abweichende Strahl weicht deshalb bei der dritten Brechung von dem Haupt-Vereinigungspunkte G ab, auch ohne die Abweichung, welche dieſer Brechung eigen gehört, zu beachten. Die Lage des einfallenden Strahls gF kann ſich nicht ändern, ohne daſs ſich die des gebrochenen gG änderte. Die Veränderung der Vereinigungsweite CG wird aus der von CF mittelſt der dritten Gleichung in §. 5. gefunden, hier nahe genug nach der Art, wie eine Differential-Gleichung aus einer Gleichung zwiſchen zwei veränderlichen Gröſsen hergeleitet wird. Man ſetze $CF = a$, $CG = \delta$, nämlich für die neben der Mitte C durchgehenden Strahlen, und die Veränderung von $CF = -\Delta a$, die von $CG = -\Delta\delta$, (beide ſind nämlich gleichnamig), ſo iſt $-\Delta\delta = -\frac{\delta^2}{n'a^2}\Delta a$. Die Veränderungen der Vereinigungs-Weiten verhalten ſich wie die Quadrate derſelben. Der abſolute Werth von Δa iſt der vorher gefundene $\frac{1}{2}p\,(\sin.K)^2$.

15. Dieſe Abweichung muſs nun durch die entgegengeſetzte an der dritten brechenden Fläche gehoben werden. Für die darauf fallenden Strahlen, welche zunächſt neben C nach F gehen, iſt G der Vereinigungspunkt nach der Brechung; ein Strahl gF, der in einem entferntern

Punkte *g* die brechende Fläche trifft, wird aber nach einem über *G* hinaus liegenden Punkte der Axe hin gebrochen. Es sey der Abstand des Punktes *g* von der Axe $= x$, wo x nicht eine unbekannte, sondern eine unbestimmte, willkührliche Grösse anzeigt; die Haupt-Vereinigungsweiten $CF = a$; $CG = \delta$, so ist die Abweichung jenes Durchschnittspunktes mit der Axe von dem Haupt-Vereinigungspunkte *G* nahe,

$$= + \frac{(n'\delta - a)(\delta - a)^2}{2(n' - 1)^2 a^3 \delta} x^2.$$

In dieser Formel für die Abweichung bei der Brechung durch die drittte Fläche wird gesetzt, dass die auffallenden Strahlen alle nach einem und demselben Punkte gehen, da hier schon eine Abweichung von dem Haupt-Vereinigungspunkte Statt hat. Hier wird aber auch die Abweichung gesucht, welche der dritten brechenden Fläche eigen ist. Wir dürfen daher den von dem Vereinigungspunkte *F* abweichenden Strahl ansehen, als ginge er durch *F*, und haben nur aus den Formeln in §. 7. I, II. den Winkel *CFg* zu suchen, unter welchem er die Axe schneidet. Aus diesem und aus der Vereinigungsweite *CF* wird der Werth von x erhalten, nämlich $x = CF \times tang. F$. Es ist hier nicht nöthig, den Werth der Abweichung scharf zu suchen, weil sie nur gebraucht wird, die Haupt-Vereinigungsweite *CG* nahe zu bestimmen.

16. Die Summe dieser Abweichung, welche der dritten Brechung eigen ist, und der Abwei-

chung, welche bloſs zu den beiden erſten Brechungen gehört, nämlich $-\frac{\delta^2}{n'a^2}\Delta a$, werde $=$ o geſetzt, ſo entſteht die Gleichung

$$2(n'-1)^2 a\delta^3 . \Delta a = n'(n'\delta - a)(\delta - a)^2 x^2,$$

in welcher alles, bis auf die Vereinigungsweite δ, bekannt iſt. Sie erhält eine bequemere Form, wenn man $\frac{\delta}{a} = u$ ſetzt, nämlich dieſe,

$$2(n'-1)^2 uu^3 . \Delta a = n'(n'u-1)(u-1)^2 x^2.$$

Nachdem für n', a, x, Δa ihre numeriſchen Werthe geſetzt ſind, wird man durch einen ohngefähren Ueberſchlag bald ſehen, daſs u nahe $2\frac{1}{2}$ ſeyn muſs, worauf man aus dem Werthe, den die Gleichung durch dieſe Annahme für u erhält, den Werth von u, nach einem bekannten algebraiſchen Verfahren, genauer findet. Aus n ergiebt ſich die Vereinigungsweite $\delta = au$. Aus dieſer und a (d. i. CG und CF) wird, mittelſt der dritten Formel in §. 5., der Halbmeſſer der dritten brechenden Fläche, F, d. i., MC, gefunden. Es iſt hier fürs erſte keine Schärfe nöthig. Da die gebrauchten Formeln nicht vollkommen genau ſind, die Wurzel der cubiſchen Gleichung auch noch unvollſtändig gefunden ſeyn mag, ſo ſuche man durch numeriſch-trigonometriſche Rechnung die noch übrige Abweichung des Strahls, und hebe dieſe unmittelbar durch eine Veränderung des Halbmeſſers MC, welches leichter geſchieht, als mittelbar durch Veränderungen von u in der cubiſchen Gleichung.

Zufolge der gemachten Annahmen ist $CG = 25154$, und der Halbmesser der Fläche $MC = 14850$.

17. Die *dritte Gleichung* der dritten Klasse dient, den Halbmesser der vierten brechenden Fläche durch die Vereinigungsweiten der auffallenden Strahlen von verschiedener Brechbarkeit und die zugehörigen Brechungs-Verhältnisse zu bestimmen. In der vierten Gleichung §. 5. bleibt der erste Theil, $\frac{G}{DH}$, derselbe für ungleichartige Strahlen, wenn ihre Zerstreuung gehoben ist, so dass sie in demselben Punkte H nach der Brechung zusammen kommen. Dem zweiten Theile dieser Gleichung für eine Gattung von Strahlen setze man also einen ähnlich gebildeten für eine andere Gattung gleich, so erhält man eine Gleichung für den Halbmesser der brechenden Fläche, durch welche diese ungleichartigen Strahlen nach demselben Punkte hin gebrochen werden.

18. Es seyn für die am meisten und die am wenigsten brechbaren Strahlen die Brechungs-Verhältnisse im Flintglase $m : 1$ und $\mu : 1$. Die Vereinigungsweiten derselben nach der dritten Brechung seyn a und α, der Halbmesser der vierten brechenden Fläche sey r, so ist

$$(\mu - m)\, a\alpha = (\mu a - m\alpha)\, r.$$

Die Vereinigungsweiten a, α werden mittelst der drei ersten Gleichungen in §. 5. gefunden. Für jede der beiden Gattungen von Strahlen werden

die Vereinigungsweiten AE, BF, CG berechnet, und von der letztern CG wird die Dicke der Concavlinse abgezogen, so werden a und α erhalten. Die Werthe derselben sind $a = 24999$; $\alpha = 25110$. Daraus ergiebt sich der Halbmesser der brechenden Fläche $= 18211$.

19. Diese Darstellung der Theorie eines *vollkommenen* Doppel-Objectivs zeigt, dafs auch schon eine mäfsige Bekanntschaft mit dem algebraischen und trigonometrischen Calcul hinreicht, um sie anzuwenden. Nur die cubische Gleichung, die zu der Bestimmung der dritten Vereinigungsweite gebraucht wird, möchte Schwierigkeit machen. Allein es erleichtert die Auflösung sehr, dafs die in dem hier betrachteten Falle gefundene Wurzel in einem andern Falle sich nur wenig ändern wird. Die Formeln für die Halbmesser der Vorderlinse empfehle ich zur genauen Beobachtung. Die Bekanntschaft mit der logarithmischen Rechnungsart ist nothwendig, da die Logarithmen die Rechnung so sehr erleichtern, bei trigonometrischen Auflösungen vollends unentbehrlich sind.

20. Nun folgt der allgemein fafsliche Beweis für die Genauigkeit meiner Angabe eines Doppel-Objectivs, bei den dabei angenommenen Brechungs-Verhältnissen. Diese sind die in dem Aufsatze IV. angegebenen.

Die folgende Tafel stellt die Vereinigungsweiten der zunächst neben der Axe auffallenden Strahlen, der am meisten brechbaren, der mitt-

lern und der am wenigsten brechbaren, dar; auch die Vereinigungsweiten für die auf die Vorderfläche unter einem Winkel von 10° auffallenden Strahlen von mittlerer Brechbarkeit. Die Zerstreuung der ungleichartigen Strahlen ist ganz gehoben, so weit die Tafel die Vereinigungsweiten darstellen sollte; die Abweichung der äussern Strahlen von mittlerer Brechbarkeit ist äusserst klein.

Vereinigungsweiten.	Am meisten brechbare.	Im Mittel brechbare.	Am wenigsten brechbare.	Abweichende mittlere.
AE	19858	20000	20146	19871
BF	9795	9904	10015	9753
CG	25099	25154	25210	25154
DH	32056	32056	32056	32053

21. Auch folgen hier die Maasse für die Halbmesser der brechenden Flächen in eben den Theilen, in welchen die Vereinigungsweiten angegeben sind, nämlich,

$$KA = 6943. \quad LB = 22712.$$
$$MC = 14850. \quad ND = 18211.$$

Die Dicken der Gläser sind $AB = 250$; $CD = 100$; der Abstand $BC = 100$.

22. Den Gang der in §. 7. dargestellten Rechnung, und die wechselnden Lagen des viermahl gebrochenen Strahls mit den dabei vorkommenden Winkeln wird das folgende Beispiel deutlich übersehen lassen. Die Strahlen sind von mittlerer Brechbarkeit gesetzt.

Erfter Einfalls - Winkel.

$ked = K = 10^\circ\ 0'\ 0''$

$n = 1{,}53175$

Brechungs - Winkel.

$KeE = 6^\circ\ 30'\ 34''$

$E = ked - KeE = 3.\ 29.\ 26.$

$KE = 12927{,}96$

$KA = 6943{,}04$

$LB = 22712{,}2$

$-AB = -250{,}0$

$LE = 42333{,}2$

Zweiter Einfalls - Winkel.

$lfE = 6^\circ\ 30'\ 58''$

Brechungs - Winkel.

$lfF = 10^\circ\ 0'\ 37''$

$L = lfE - E = 3.\ 1.\ 32.$

$F = lfF - L = 6.\ 59.\ 5.$

$LF = 32465{,}4$

$-LB = -22712{,}2$

$MC = 14850{,}0$

$-BC = -100{,}0$

$MF = 24503{,}2$

Dritter Einfalls - Winkel.

$mgF = 11^\circ\ 34'\ 31''$

$n' = 1{,}58121$

Brechungs - Winkel.

$mgG = 7^\circ\ 17'\ 26''$

$M = mgF - F = 4.\ 35.\ 26.$

$G = mgG - M = 2.\ 42.\ 0.$

$MG = 40004{,}0$

$-MC = -14850{,}0$

$-ND = -18210{,}6$

$-CD = -100{,}0$

$NG = 6843{,}4$

Vierter Einfalls - Winkel.

$NhG = 1^\circ\ 0'\ 51'',6$

Brechungs - Winkel.

$NhH = 1^\circ\ 36'\ 14'',4$

$N = NhG + G = 3.\ 42.\ 51{,}6$

$H = N - NhH = 2.\ 6.\ 37{,}2$

$ND = 18210{,}6$

$NH = 13842{,}5$

$DH = 32053{,}1$

23. Nach diefem Beifpiele wird man fich bei andern Brechungs - Verhältniffen gut helfen kön-

nen, um die Abweichung wegen der Kugelgestalt bei der dritten Brechung zu heben, vielleicht ohne die beschwerliche cubische Gleichung zu gebrauchen. Man wird die Halbmesser der drei ersten brechenden Flächen so zu verändern suchen, daſs der Werth von *CG* für die abweichenden Strahlen derselbe werde, wie die Vereinigungsweite *CG* für die neben der Axe auffallenden, so wie in der hier geführten Rechnung der Werth von *CG* derselbe ist mit dem von *CG* in der Tabelle §. 21. angegebenen. Bei der Wahl der Werthe für die Halbmesser der beiden ersten brechenden Flächen *KA*, *LB*, wird man darauf zu achten haben, daſs der zweite Brechungs-Winkel *lfF* dem ersten Einfalls-Winkel *ked* fast gleich werde, wie es in der hier angestellten Rechnung sich findet.

24. Ueber die Vorschrift, die ein Engländer zu achromatischen Ocularen gegeben hat, welche er aus zwei convexen Linsen zusammensetzen will, wie in dem folgenden Auffatze angeführt wird, behalte ich mir einige Bemerkungen vor. Daſs es nicht möglich ist, die zerstreueten farbigen Strahlen in *einen Punkt* wieder zu vereinigen, wenn nicht wenigstens eines der Gläser eine negative Brennweite hat, das ist, parallel mit der Axe auffallende Strahlen zerstreuet, ist allgemein bekannt. — In dem von mir hier berechneten achromatischen Objective beträgt die Brennweite der Concavlinse — 14073, da die der Convexlinse + 10000 gesetzt ist.

VI.

Einiges über achromatische Oculare zu Fernröhren.

„In einer neuen Ausgabe von Ferguson's *Vorlesungen*, welche Hr. Brewster veranstaltet hat, wird folgende Vorschrift zu achromatischen Ocularen aus zwei convexen Linsen gegeben. Die Brennweite der ersten Linse muſs 3 mahl so groſs als die der zweiten, und der Abstand beider $\frac{2}{3}$ der Brennweite der ersten seyn. Ich kann den Grund nicht finden, warum diese Einrichtung die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung aufheben soll, und der Verfasser giebt darüber keinen Fingerzeig. Er hält eine solche Zusammensetzung aus zwei Linsen auch für die vergröſsernde Linse des Sonnen-Mikroskops für sehr vortheilhaft. Wäre dem wirklich so, warum sollte nicht dieselbe Einrichtung zu Objectiven dienlich seyn?"

Auf diese Frage, unterschrieben *Juvenis*, Juni 2. 1806, antwortete Hr. Nicholson, dem sie überschickt worden war, folgendes: „Auch er sehe nicht ein, wie durch Brechung nach einerlei Seite die Abweichung wegen der Farben anders aufzuheben sey, als durch Mittel der Art, wie sie der Dr. Blair in seinen Untersuchungen über *aplanatische Fernröhre* [*Annal.* VI, 129.] angegeben habe, welche aber auf diesen Fall nicht paſsten."

Hr.

Hr. David Brewster A. M. sah sich durch diese Aeusserungen veranlasst, Folgendes zu erwiedern: „Ihr Correspondent scheint zu glauben, keine Vereinigung von Linsen vermöge ein Ocular zu bilden, welches die Abweichung wegen der Farben aufhebe. In diesem Falle würde also auch die Regel, welche ich für ein aus 3 Linsen zusammen zu setzendes farbenloses Ocular gegeben habe, unrichtig seyn, und die sinnreichen Oculare, durch die Dollond und Ramsden ihren Fernröhren einen so grossen Vorzug vor denen aller andern Künstler gegeben haben, würden derselben Einwendung ausgesetzt seyn. Ich könnte leicht beweisen, falls es nöthig wäre, dass ein Ocular aus 2 Linsen, deren Brennweiten sich wie 3 : 1 verhalten, und deren Abstand der Differenz ihrer Brennweiten gleich ist, die Abweichung wegen der Farben fast ganz aufhebt. Es wird indess zur Beantwortung der Frage Ihres Correspondenten, und zur Rechtfertigung meiner Regel genug seyn, die Gründe aus einander zu setzen, warum der Fehler, welcher von der verschiedenen Brechbarkeit der farbigen Lichtstrahlen herrührt, sich durch eine geschickte Zusammenstellung mehrerer Linsen, wenn sie gleich einerlei Brechungs-Vermögen und einerlei zerstreuende Kraft haben, dennoch aufheben läst."

„Es möge *AB* (Fig. 3. Taf. IV.) ein achromatisches Objectiv, und *D*, *E* zwei convexe Linsen aus derselben Glasart vorstellen; *CDE* sey die

Axe des Fernrohrs, und *RS* ein Lichtſtrahl, der durch den Mittelpunkt des Objectivs hindurch geht, der alſo, auch wenn das Objectiv einfach wäre, unzerſetzt auf das Ocular *D* fallen würde, weil er im Objective zwei gleiche und entgegengeſetzte Brechungen leidet. Das Ocular *D* zerlegt dieſen Strahl in farbiges Licht; das rothe Licht vereinigt in *r* ſich ſpäter mit der Axe, als in *v* das violette Licht. Kommt folglich ein zweites Ocularglas *E* hinzu, ſo fallen auf die Vorderfläche deſſelben die violetten Strahlen in einem der Axe nähern liegenden Punkte *n*, als die rothen Strahlen (in *m*) auf. Sie machen folglich bei dieſer zweiten Brechung einen kleinern Einfallswinkel als die rothen, und werden nun, ungeachtet ihrer ſtärkern Brechbarkeit, doch weniger als dieſe letztern gebrochen; ſo daſs durch dieſe zweite Brechung beide Strahlenarten *nv'*, *mr'* parallel werden. Auf dieſe Weiſe vernichten beide Linſen des Ocularglaſes vereinigt die Abweichung wegen der Farben, welche ſtets dem Winkel gleich iſt, den die ausgehenden Strahlen *mr'*, *nv'* mit einander machen."

„Zum deutlichen Sehen mit dieſem Oculare wird erfordert, daſs die Strahlen auf die erſte Linſe deſſelben, *D*, convergirend auffallen; dieſe Linſe muſs folglich von dem Objectivglaſe um weniger als um deſſen Brennweite abſtehen. Dadurch wird das Fernrohr kürzer, als es ſeyn müſste, wenn man nur Eine convexe Linſe zum Ocu-

lare genommen hätte. Eine diesem Oculare gleichgeltende einfache Linse, das heisst, eine convexe Linse, welche dieselbe Vergröfserung als dieses zusammengesetzte Ocular gäbe, müfste die *halbe* Brennweite der Linse *D* haben."

Schon d'Alembert hat in seinen Untersuchungen über die achromatischen Fernröhre, welche in den Schriften der Pariser Akademie auf das Jahr 1767 abgedruckt sind, gelehrt, mit achromatischen Objectiven Oculare aus zwei Linsen zu vereinigen, deren vereinte Wirkung den Theil der Abweichung wegen der Kugelgestalt, welcher in den von ihm angegebenen Objectiven noch übrig bleibt, völlig aufhebt, und bei guter Auswahl auch die wenige noch übrige Abweichung wegen der Farben zerstört. Er erwartete selbst von einfachen Ocularen, welche nach den von ihm vorgeschriebenen Dimensionen gestaltet würden, einen grofsen Theil dieser vortheilhaften Wirkung.

Gilbert.

VII.

Ueber
die Wiedererzeugung des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft.

Zweite Vorlesung,
gehalten in der natur-historischen Gesellschaft zu Hannover

von

G. W. Muncke,

Inspector am Georgianum zu Hannover.

Meine erste Vorlesung über diesen Gegenstand (*Annal.* 1809. St. 12. oder *N. F.* B. 3. S. 428.) war historischen Inhalts; die jetzige wird von meinen eigenen Untersuchungen handeln. Die Versuche Anderer, welche ich in jener angeführt habe, die Schlüsse, die man aus ihnen gezogen hat, und das endliche Resultat derselben, waren mir mit gröſserer oder geringerer Deutlichkeit bekannt, als ich in meinem *Systeme der atomistischen Physik* auf die Wiedererzeugung des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft kam, und darüber eine Theorie aufstellte, die durch neue Versuche zu prüfen war. Diese Prüfung habe ich schon vor dem Abdrucke des Manuscripts angefangen, und bis jetzt fortgesetzt. Sie ist zwar noch nicht gänzlich vollendet, doch sind die Resultate, welche ich schon erhalten habe, zur Unterstützung der aufgestellten Theorie hinreichend,

und ich darf daher hoffen, daſs ſie bei aller ihrer Unvollkommenheit dennoch einen nicht unbedeutenden Beitrag zu der Erforſchung der Naturoperationen liefern werden.

Ich will hier zuerſt in der Kürze die Schluſs-Reihe wiederholen, welche ich in meinem Syſteme der atomiſtiſchen Phyſik aufgeſtellt habe. Sie iſt folgende: Genaue Unterſuchungen ergeben, daſs das Sauerſtoffgas der Atmoſphäre im Allgemeinen zur Bildung von Waſſer und von Kohlenſäure verwendet wird, abgeſehen von der viel geringeren Menge, die zur Bildung anderer Säuren und Oxyde dient. Die Menge des Waſſers und der Kohlenſäure vermehrt ſich aber nicht auf der Erde, wie die Erfahrung lehrt; wir müſſen alſo nach der allgemeinen Regel, von der ſich ſtets gleichbleibenden Ordnung der Dinge, annehmen, daſs das Sauerſtoffgas aus dieſen beiden Subſtanzen wieder hergeſtellt und der Atmoſphäre wieder gegeben werde. Daſs nun die Kohlenſäure, die immerfort in ſo groſser Menge erzeugt wird, ſich wieder mit dem Waſſer verbindet, und alsdann von den Pflanzen zerlegt wird, iſt aus den Verſuchen Senebier's und Ingenhouſs's als unläugbare Thatſache erwieſen, und von ihren Gegnern nicht eigentlich widerſprochen worden. Lieſse ſich daher erweiſen, daſs auch das Waſſer durch die Vegetation zerlegt wird, ſo würden die gröſsten Schwierigkeiten in der Beantwortung der aufgeworfenen Frage wegfallen. Haben ſich indeſs

gleich einige wirklich auf diesen Procefs der Zerlegung des Waffers durch die Pflanzen berufen, fo kam man doch endlich wieder darauf zurück, dafs die Quantität des durch Vegetation entwickelten Sauerftoffgas der Confumtion deffelben keinesweges gleich komme.

Bei weiterem Nachdenken über diefen Gegenftand kann ich die Genauigkeit der angeftellten Verfuche eben fo wenig bezweifeln, als die Richtigkeit der gefällten Schlüffe läugnen. Doch fchien es mir, die Produkte, die man bei der Analyfe der Pflanzen erhält, feyen eben fo fehr zu berückfichtigen. Die Pflanzen beftehen aus Wafferftoff, Kohlenftoff und etwas Sauerftoff, (wenn anders diefer letztere ein beftändiger und nothwendiger Begleiter aller Pflanzentheile ift, und nicht vielmehr oft erft bei der Zerlegung aus dem vorhandenen Waffer gebildet wird, und an die Kohle tritt). Diefe Subftanzen find nicht blofs den Vegetabilien überhaupt eigen, fondern eine übermäfsige Menge vegetabilifcher Körper, als die Gräfer, Kräuter, Blätter der Bäume u. f. w. erneuern fich alle Jahre, und vergehen wieder, um durch die immer wechfelnden Verbindungen und Trennungen zu neuen Bildungen vorbereitet zu werden. Da wir keine fortgefetzte Schöpfung aus Nichts und keine Verwandlung in Nichts geftatten können, fo müffen wir, nach einem richtigen Schluffe, annehmen, dafs die Beftandtheile vorher irgendwo vorhanden waren. Angenom-

men, daſs aller Kohlenſtoff, der den Vegetabilien in einem gegebenen Zeitraume durch Vegetation zugeführt wird, in der Erde, woraus dieſelben wuchſen, vorhanden war, mit Ausnahme deſſen, den ſie durch die unbezweifelte Zerlegung des kohlenſauren Gas ſich zueignen: ſo kann der Waſſerſtoff, den ſie enthalten, aus keiner andern Subſtanz herrührend gedacht werden, als aus dem Waſſer, welches zur Vegetation nothwendig erfordert wird, und deſſen Sauerſtoffgehalt dann als Gas frei werden muſs. Die Menge des auf dieſe Art frei werdenden Sauerſtoffgas würde 0,85 des durch Vegetation wirklich zerlegten Waſſers ausmachen. Könnten wir daher das Gewicht alles deſſen, was durch Vegetation, an Blättern, Stauden, Gräſern, Kräutern, Holz u. ſ. w. jährlich wächſt, beſtimmen, und davon das abziehen, was darin an unzerlegtem Waſſer, an Kohlenſtoff und an Erden, Metallkalken, Alkalien u. ſ. w. enthalten iſt; ſo würden wir das Gewicht des Waſſerſtoffs deſſelben, als des alleinigen noch übrigen Beſtandtheils, durch dieſe Rechnung finden; und wird dieſe Zahl $\frac{85}{15}$ oder $5\frac{2}{3}$ Mahl genommen, ſo gäbe das die Quantität des durch Waſſerzerſetzung beim Wachſen von Pflanzen frei gewordenen Sauerſtoffs, da das Waſſer aus 0,15 Waſſerſtoff und 0,85 Sauerſtoff beſteht. Von dem erhaltenen Sauerſtoffe müſste dann allerdings noch diejenige Menge abgezogen werden, die zur Oxygenirung der anderweitigen Beſtandtheile erforderlich iſt; ſie

kann aber nicht bedeutend seyn. Eine Berechnung hierüber, die ohnehin mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden seyn würde, habe ich nicht anstellen wollen.

Diese Theorie ist *a priori* unbezweifelt richtig und unmittelbar auf unbestreitbare Beobachtungen gegründet. Eben daher sind auch so *viele* Naturforscher bei ihren Systemen hierauf verfallen. Ehe ich die Versuche erzähle, welche ich zur Bestätigung derselben angestellt habe, will ich indess anzeigen, warum man durch alle zahllosen früheren Versuche jenen Zweck nicht erreichen konnte.

1) Hauptsächlich hat man meistens die Sache ganz unrecht angefangen, indem man den Pflanzen Blätter oder Zweige abschnitt, und diese unter Wasser sperrte, als wenn auf diese Weise die Vegetation wirklich fortdauerte. Schon durch den starken Wasserdunst wird die nothwendige Bedingung, nämlich frische Vegetation, gehindert, wie wir unten sehen werden; wie viel mehr durch Abschneiden der Blätter und Einweichen derselben im Wasser. Ein Verfahren, welches ich in meinem Systeme mit dem vergleiche, wenn jemand die Lungen eines frisch geschlachteten Thiers in atmosphärische Luft sperren wollte, um aus der Menge des Sauerstoffgas, welches sie verschlucken, die Consumtion des lebenden Thiers an Sauerstoffgas, durch Athmen zu berechnen. Senebier war sehr auf dem Wege, diesen Irrthum

einzusehen, indem er fand, dass die Blätter, an dem Stengel sitzend, mehr Sauerstoffgas aushauchten, als abgeschnittene (I, 53).

2) Man übersah ganz die Frage, ob die mit Sauerstoffgas über ihren Sättigungspunkt erfüllte atmosphärische Luft noch eine unbestimmbare Menge Sauerstoffgas aufnehme, und nicht vielmehr dasselbe zur Oxygenirung der gebrauchten Pflanzen verwende, wodurch dann nothwendig ganz entgegengesetzte Resultate zum Vorschein kommen mussten.

3) Senebier und Ingenhouss vorzüglich, und mehrere Andere, nahmen auf das Verschlucktwerden der Luft, und insbesondere des Sauerstoffgas von frisch gekochtem Wasser oder eben gefallenem Regenwasser, gar keine Rücksicht *), so wenig als darauf, dass das Wasser die gebundene Luft im Sonnenscheine oder durch Wärme häufig wieder freiläfst.

4) Man unterschied nicht genug, ob die Einwirkung des Lichts allein den gehörigen Reitz zur Entwickelung des Sauerstoffgas verursache, oder ob dieses noch durch andere Bedingungen, namentlich durch ununterbrochene Consumtion des Sauerstoffgas und hierdurch verstärkte Anziehung durch das Stickgas erhöhet werde. Herr von Humboldt war dieser Frage und ihrer

*) De Marty aus den *Annales de Chimie*, bei Gilbert XXVIII, 417.; Alex. v. Humboldt und Gay-Lussac bei Gilbert XX, 119. *M.*

Beantwortung ſehr nahe. Doch dieſen tiefen Forſcher beſchäftigten wichtigere Unterſuchungen.

Dieſe Fehler habe ich zu vermeiden geſucht, und eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, die indeſs noch lange nicht vollendet, und alſo auch nicht erſchöpfend ſind. Ich will dieſe hier mit Weglaſſung aller unbedeutenden und miſslungenen vollſtändig erzählen. Vielleicht betreten auch Andere mit mehrerem Scharfſinne die von mir eingeſchlagene Bahn, und geben mir Fingerzeige, die ich bei der Fortſetzung benutzen kann.

Im Ganzen hatte ich ein doppeltes Augenmerk, indem ich zwei verſchiedene, jedoch in Verbindung ſtehende Fragen über die Pflanzenphyſiologie unterſuchen wollte. Zuerſt beſchäftigte mich ein Gegenſtand, worüber ich mich gleichfalls *im Syſteme der atomiſtiſchen Phyſik* geäuſsert habe, und zu deſſen Unterſuchung mir Davy die Veranlaſſung gegeben hat. Wir finden nämlich in den Vegetabilien häufig eine Menge einfacher Stoffe, die nicht in dieſer Art gebildet vorhanden waren; wenigſtens laſſen ſie ſich weder in der Erde, worin die Pflanzen wuchſen, noch in der Luft, noch im Waſſer nachweiſen. Hauptſächlich ſcheint es, als wenn der Kohlenſtoff an einigen Orten bedeutend zunimmt; wenigſtens erzeugt ſich Dammerde auf nackten Felſen durch allmählige Vegetation. Es iſt alſo die Frage, *ob der Kohlenſtoff*, der vielleicht wiederum Grundlage anderer, bis jetzt als einfach bekannter Stoffe ſeyn

mag, *nicht etwa durch Vegetation aus dem Wasser, hauptsächlich aus dem Wasserstoffe desselben, entsteht*, so dass die Natur in ihrer Umtreibung der verschiedenen Stoffe hierbei wirklich schaffend wäre. Manche Data scheinen mir diese kühne Hypothese zu unterstützen, durch welche alle Operationen der Natur gewissermaßen in ein Ganzes vereinigt würden. Allein alle Versuche, die ich zur Prüfung derselben anstellte, sind an so manchen neuen und unerwarteten Hindernissen gescheitert, dass meine Beharrlichkeit eine harte Prüfung auszustehen hatte, indem ich dennoch die Ausführung des Plans nicht aufgeben wollte. Ich habe daher die Untersuchung nur verschoben.

Die andere Frage, die ich mir zu untersuchen vornahm, betraf *directe den Einfluss der Vegetation auf die Wiedererzeugung des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft.* Um in diese Untersuchung Uebereinstimmung zu bringen, und den Inhalt der gebrauchten Gefäße jederzeit mit einer für den Zweck gewiss hinlänglichen Genauigkeit angeben zu können, maass ich durch Abwiegen mit Quecksilber den Inhalt eines gläsernen Maasses, und schliff dasselbe unten so lange ab, bis es genau $1\frac{1}{2}$ par. Duodecimal-Cubikzolle fasste. Mittelst desselben füllte ich dann die Gläser und Glocken, die ich brauchen wollte, mit Wasser an, bis sie voll waren, und berechnete hiernach den Inhalt. Hierdurch kam auf allen Fall Uebereinstimmung in das Ganze.

Auf die Genauigkeit der eudiometrischen Versuche kam sehr vieles an. Ein Volta'sches Eudiometer stand mir noch nicht zu Gebote, und so konnte ich den Antheil Wasserstoffgas, der etwa in einer untersuchten Luftart vorhanden seyn mochte, nicht entdecken; denn ein geringer Antheil dieses Gas macht die Gasart nicht entzündbar durch eine Wachskerze; diese Gasart hatte ich indess nicht zu erwarten. Eines eigenen Anthracometers habe ich mich gleichfalls nicht bedient. Statt dessen senkte ich eine Röhre mit der zu prüfenden Gasart in ein Glas mit Kalkwasser etwas tief ein, bewegte die Röhre darin mehrmahls auf und nieder, suchte jede Temperatur-Veränderung möglichst zu vermeiden, und hoffe durch dieses Verfahren den Antheil an kohlensaurem Gas hinlänglich genau aufgefunden zu haben. Zur Prüfung des Gehalts an Sauerstoffgas bediente ich mich des Fontana'schen Eudiometers, wie dasselbe von Dalton verbessert bei Gilbert, 1807, St. 12. S. 320. beschrieben ist. Um indess gegen jeden Irrthum gesichert zu seyn, machte ich bei jeder einzelnen Gasart mehrere Versuche, indem ich mich bei einigen einer frisch bereiteten Auflösung des schwefelsauren Eisens bediente, bei andern aber blosses Salpetergas anwandte, und $\frac{7}{19}$ der Absorbtion als Sauerstoffgasgehalt berechnete. Um mich von der Güte des gebrauchten Salpetergas zu überzeugen, machte ich mit jeder Portion erst einen Versuch mit atmosphärischer Luft, und

gab er in ihr weniger als 0,20 Sauerstoffgas, so machte ich von der bereiteten Quantität Salpetergas keinen Gebrauch. Inzwischen begegnete mir dieses nur ein Mahl, denn ich nahm sogleich zur Bereitung desselben ein sehr kleines Glas, und goss dasselbe so voll Salpetersäure auf Kupfer, dass das Glas voll war, und beim ersten Aufbrausen die geringe Quantität atmosphärischer Luft aus dem engen Halse und der Entbindungsröhre durch die hindurch getriebene Salpetersäure weggestossen wurde. Den Einfluss der Temperatur-Veränderung vermied ich dadurch, dass ich die zum Versuche gebrauchten Gasarten lange Zeit unter dem Wasser der pneumatischen Wanne sperrte, damit sie die Temperatur desselben annahmen, und dann liess ich den Rückstand nach der Mischung beider Gasarten gleichfalls wieder auf diese Temperatur herab kommen. Damit hoffe ich die möglichst richtigen Resultate erhalten zu haben. Jetzt wende ich mich zu der

Erzählung der Versuche.

Versuch 1. Ein grosses Medicinglas, welches ausser der darin befindlichen Erde 36 Cub. Zoll Inhalt hatte, füllte ich mit etwas Erde, säete in dieselbe 250 Körner Kressensamen, setzte dazu 9 Fliegen, verschloss die Oeffnung mit einem Korke, und goss denselben mit geschmolzenem Wachse zu. Hierauf stellte ich das Glas, welches zum Ueberflusse mit schwarzem Papiere umwunden war,

in einen verschlossenen Schrank an einer dunkeln Stelle des Zimmers, so dass kein Zutritt des Lichts Statt fand. Nach 14 Tagen nahm ich dasselbe heraus, die Fliegen waren todt, von einem Keimen der Kresse war keine Spur zu entdecken, und die Erde war vollkommen schwarz, ausgenommen einige wenige weisse, dem Schimmel ähnliche, Punkte, welche ich hin und wieder wahrnahm. Nach abermahls verflossenen 14 Tagen setzte ich das Glas, welches ich ganz unverändert fand, an die Südseite vor ein Fenster, in der Absicht, dass sich darin ein grüner Schimmel erzeugen sollte; allein alles blieb unverändert. Bei der nachherigen Prüfung des Gas konnte ich keine Spur von Sauerstoffgas entdecken.

Versuch 2. Ich füllte in ein anderes Medicinglas Erde mit 130 Körnern Kresse. Der übrige freie Raum betrug 10½ Cub. Zoll. Darin setzte ich gleichfalls 9 Fliegen, und versperrte die Oeffnung wie vorhin. Alsdann setzte ich dasselbe gegen Süden vor ein Fenster an das Tageslicht. Die Fliegen starben nach einander, und es zeigte sich keine Spur der keimenden Kresse. Indess überzog sich die Erde mit einem dünnen, sehr dunkelen, nicht rauhen, und fast ins Schwarze spielenden Schimmel, der Priestley'schen grünen Materie ähnlich. Auch an der innern Seite des Glases, so weit die Erde reichte, bis fast an den Boden, zeigte sich dieser feine, hier etwas hellere Ueberzug, welcher bald einen festen Charakter annahm,

und dann so blieb, dass man keine weitere Veränderung daran wahrnehmen konnte. Nach 12 Wochen öffnete ich das Glas. Die darin enthaltene Luft war sicher um $\frac{1}{4}$ ihres Volumens zusammengedrückt, denn es fuhr eine bedeutende Menge derselben bei der Eröffnung unter Wasser mit Geräusch heraus. Bei der Prüfung entdeckte ich 0,31 kohlensaures Gas und 0,017 Sauerstoffgas. Wasserstoffgas war nicht so viel vorhanden, dass sich die Luft mit einer Wachskerze entzünden liess, daher ich denn nachher keine Probe zur Entdeckung desselben weiter anstellte.

Versuch 3. Da ich wohl einsah, dass es unmöglich sey, auf diese Weise vegetirende Pflanzen in Stickgas zu bringen, füllte ich in ein Medicinglas etwas Erde mit 100 Körnern Kressensamen, verschloss dasselbe luftdicht, und setzte es gegen Süden an das Tageslicht. Der luftvolle Raum desselben betrug $9\frac{1}{3}$ Cub. Zoll. In wenigen Tagen bemerkte ich, dass die durch das Glas sichtbaren Körner Wurzeln schlugen; zwei Keime erhoben sich auch so weit, dass die beiden Blätter vollkommen über die Erde hervorstanden, und drei andere kamen eben zum Vorschein. Sie hatten alle eine blassgrüne, doch anscheinend natürliche Farbe. Inzwischen hörten sowohl diese, als die vorher bemerkten Wurzeln plötzlich auf zu wachsen, und blieben sich beständig gleich. Als nach zehn Tagen die erstern Keime zu erschlaffen schienen, öffnete ich das Glas unter Wasser, und fand die

Luft vermindert; der Reſt war reines Stickgas, worin ich keine Spur Sauerſtoffgas entdecken konnte.

Verſuch 4. Da ohne Zweifel das Stickgas dazu beiträgt, den Pflanzen Sauerſtoffgas zu entlocken, ſo glaubte ich, die Keime erſt zu einer gewiſſen Gröſse bringen zu müſſen, ehe ſie die Zerlegung des Waſſers und der Kohlenſtoffſäure zu verrichten vermöchten. Ich ſäete in ein Glas, deſſen übriger Raum 16⅝ Cub. Zoll Luft enthielt, Kreſſe, und ſtellte daſſelbe in einem Garten unter einen darüber geſtürzten ſehr geräumigen Steintopf, um die natürliche Beſchaffenheit der Erde und ihren Einfluſs auf die Vegetation zugleich zu benutzen. Inzwiſchen bemerkte ich keinen Unterſchied, ausgenommen einige Verzögerung des Wachsthums. Nach 9 Tagen hatten die Keime die Länge von ½ bis 1 par. Zoll. Nunmehro ſetzte ich 12 Fliegen hinein, verſchloſs das Glas luftdicht, ſtellte es an ſeinen vorigen Ort, und unterſuchte es, nachdem abermahls 6 Tage vergangen waren. Die Kreſſe war wenig gewachſen, übrigens nicht im mindeſten grün geworden, und die Luft in dem Glaſe war reines Stickgas.

Verſuch 5. Die hier gemachte Beobachtung führte mich auf einen neuen Verſuch. Ich ſäete abermahls Kreſſe in ein Glas, ſetzte daſſelbe offen an den Ort, wie in Verſ. 1., und ein gleiches an die Sonne, um danach den Wachsthum des erſtern zu beurtheilen. Nach 5 Tagen hatten die Keime

in

in dem letztern Glase die Länge eines Zolles, und vegetirten, wie gewöhnlich. Als ich das erstere untersuchte, waren die Keime noch einmahl so groſs, und viel dicker, als gewöhnlich, zugleich aber ganz weiſs, und die beiden Blattstücke an der Spitze waren dunkelgelb. Nunmehro setzte ich sie offen an das Tageslicht vor ein nach Süden gehendes Fenster, und schützte sie durch eine Lage mehrfach zusammengelegten Papiers gegen die Einwirkung der Sonnenstrahlen. Allein nach 2 Tagen wurden die Blattspitzen braun, die Stengel blieben unverändert, und als ich sie mehrerem Lichte aussetzte, fielen sie gleichsam in ein Nichts zusammen und die Reste vermoderten.

Versuch 6. Nochmahls lieſs ich auf gleiche Weise die Keime in einem Glase, an derselben Stelle im Dunkeln, nicht bis zu der Höhe, als die vorher genannten, heranwachsen, sondern nahm das Glas heraus, als sie ½ bis höchstens 1 Zoll hielten, und setzte sie dann an das Tageslicht, doch so, daſs sie gegen die Sonne geschützt waren. Allein auch diese Keime wurden nicht grün, und starben nach einigen Tagen.

Aus dieser ersten Reihe von Versuchen ergeben sich folgende Resultate.

1. Zum Keimen der Samenkörner ist der Zutritt des Sauerstoffgas unentbehrlich. Zwar stellte ich die Versuche bloſs mit Kressensamen an; allein man kann bei einer an sich auf so nothwendigen Bedingungen beruhenden Erscheinung leicht auf

ein allgemeines Gesetz schliessen; überdies ist dieser Satz durch zahlreiche Versuche von Saussure*), von Carradori**) und von Senebier***) mit so vielen verschiedenen Samenkörnern und stets gleichbleibendem Erfolge bewährt, dass die Wahrheit desselben keinen weitern Zweifel zuläfst. Wenn Hr. Einhof****) das Gegentheil gefunden haben will, so sind seine Versuche an diesem angezeigten Orte nicht umständlich genug erzählt, um die Ursach des abgeänderten Erfolgs aufzufinden. Bloss sehr dicke und viele Masse enthaltende Samenkörner, als Erbsen u. a., wenn sie vorher eingeweicht sind, vermögen einen Keim aus sich zu entwickeln, welches um so natürlicher ist, da sie Wasserstoffgas entbinden, also das Wasser zerlegen, und sich den Sauerstoff desselben aneignen, wie oben erwähnt ist.

2. Zum Keimen der Samenkörner gehört nicht bloss Sauerstoffgas im Allgemeinen, sondern eine gewisse Quantität desselben; und wenn diese nicht vorhanden ist, so sterben die schon erzeugten Keime wieder ab, wie Vers. 3. beweiset. Dieser Gesichtspunkt des quantitativen Verhältnisses ist von meinen grossen Vorgängern nicht hinlänglich be-

*) S. Scherer's allgem. Journal d. Chemie. 1800. S. 73 ff. *Journal de physique*. Vol. 49. S. 92. M.

**) S. ebendaselbst B. 9. M.

***) S. ebendas. Vol. 9. S. 347. aus dem *esprit des Journaux* Niv. an X. S. 183 — 194., als Supplement zu der *physiol. veget.* Siehe Cotta's *Naturbeobacht.* S. 53 f. u. a. m. M.

****) Gehlen's neues Journ. d. Chemie B. 3. S. 618. M.

achtet; von mir selbst aber ist die Sache bis jetzt aus Mangel an Zeit noch keineswegs beendigt, und ich behalte dieses künftigen Versuchen vor, die ich beim wiederkehrenden Frühlinge anstellen werde.

3. Die Pflanzenkeime wachsen im Dunkeln schneller empor, als im Tageslichte; sie sind zugleich ausgedehnter, von erweiterten Gefäſsen, und von einer mehr wäſsrigen Structur. Diese Beobachtung ist schon häufig gemacht worden, namentlich bei den Keimen, welche die Kartoffeln in Kellern in unverhältniſsmäſsiger Länge treiben. Allein man hat, so viel ich weiſs, noch nicht untersucht, ob dieses durch die stets gleichbleibende Temperatur und die Länge der Zeit, oder durch das Streben, zu kleinen Lichtquellen zu gelangen, verursacht wird, oder ob bloſs der Mangel an Licht diese Erscheinung bewirken kann, wie aus den eben erzählten Versuchen sehr wahrscheinlich wird. Auch dadurch glaube ich einen neuen Beitrag geliefert zu haben, daſs ich die Samenkörner, ganz mit Erde bedeckt, dem Versuche unterwarf, anstatt daſs die Meisten vor mir sie bloſs in nasses Löschpapier hüllten; doch gestehe ich, daſs mir nicht Alles bekannt ist, was Andere in diesem Theile der Naturkunde gethan haben.

4. Wenn endlich die jungen Pflanzenkeime durch Mangel an Licht vergilbt und mit Wassertheilen überfüllt sind, und durch übermäſsige Ausdehnung ihrer Gefäſse die Fähigkeit verloren haben,

die erforderliche Ausdünstung und Gasentwicklung am Tages- und Sonnenlichte auszuhalten (hierdurch also, ungeachtet eines anscheinend üppigen Wuchses und Wohlbefindens, wie in vielen Fällen die lebenden Wesen, dennoch eine zerrüttete Organisation haben), so starben sie in der Folge auch unter den günstigsten Umständen ab. Ob die Ursach hiervon nicht vorzüglich in gehemmter Ausdünstung liegt, davon weiterhin.

Die *zweite Reihe meiner Versuche* betraf directe die *Erzeugung des Sauerstoffgas durch die Vegetation.* Es waren dabei folgende Schwierigkeiten zu überwinden, welche die Resultate aller frühern Versuche unrichtig gemacht, und auch meine Beobachtungen beschränkt haben.

1. Die Pflanzen müssen in ihrer gehörigen Vegetation erhalten werden; denn ein abgeschnittenes Blatt oder eine im blossen Wasser lebende Pflanze kann ihre Functionen eben so wenig verrichten, als ein todtes Thier die seinigen. Schon aus diesem einzigen Grunde fallen alle Beweise und Gegenbeweise weg, welche sich aus frühern Versuchen ergeben, die man mit Blättern und Pflanzentheilen, welche unter Wasser gesperrt waren, angestellt hat.

2. Die umgebende Luft, worin die Pflanzen vegetiren sollen, darf allenfalls eine Abnahme, aber auf keine Weise eine Zunahme an Sauerstoffgas erhalten; denn erstens zeigt eben das constante Verhältniss der Mischung der atmosphäri-

fchen Luft, wie die Natur daffelbe liefert, welches das befte für die Vegetation ift; und zweitens ift es nicht zu bezweifeln, dafs ein Ueberfchufs von Sauerftoffgas die Functionen der Vegetabilien eben fo wohl, als die des thierifchen Lebens ftört, alfo gerade dasjenige hindert, was man zu entdecken verlangt. Auch könnte wohl die Verwandtfchaft des Stickgas zum Sauerftoffgas in diefem Verhältniffe fo ftark feyn, dafs diefes zur Entwicklung des letztern beförderlich, vielleicht felbft nothwendig wäre. Auch in diefer Hinficht waren alfo die frühern Verfuche mangelhaft.

3. Endlich mufs eine beftändige Ausdünftung der Pflanzen und ein fteter Zutritt frifcher Luft, alfo eben der Wechfel der umgebenden Atmofphäre, wie er in der Natur Statt findet, unterhalten werden, wenn man von den Pflanzen diefelben Functionen, als im Freien erhalten, und nicht Gefahr laufen will, verkrüppelte Schwächlinge, ftatt thätiger Vegetabilien, der Unterfuchung zu unterwerfen.

Hier ift die Klippe, an welcher alle Verfuche fcheitern, und die zu überwinden, ich umfonft meinen Verftand gemartert habe. Ich tröftete mich bei der Unmöglichkeit, vollftändige Refultate zu erlangen, mit Spallanzani's Ausfpruche, welcher bemerkte, dafs alles, was die Functionen der Vegetabilien betrifft, zu den Geheimniffen gehört, die die Natur am eiferfüchtigften verborgen hat.

Wie ich die erstern Schwierigkeiten zu beseitigen gesucht habe, zeigen folgende Versuche:

Versuch 7. Den 10. Jun. that ich in ein Medicinglas etwas Gartenerde, und säete 150 Körner eines gekauften sehr schlechten Kressensamens hinein, von dem beim freien Zutritt der Luft den 17ten nur 18 Körner aufgelaufen waren, die recht gut vegetirten. Erst den 7. Jul., als die Kresse schon mehrere Nebenäste getrieben hatte, hing ich in dem freien Raume des Glases, der 32 Cubikzoll hielt, in einem papiernen Korbe ein Stück Zucker auf, und sperrte 2 Fliegen hinein. Den 11. Morgens fand ich beide Fliegen todt. Der gröſste Theil der Kresse hatte schon vor der Einsperrung der Luft nicht mehr frei wachsen können, und war daher erkrankt. Dieses nahm während der Sperrung zu, und so starben die Fliegen ohne Zweifel an Erstickung.

Da dieser Versuch gegen die Entbindung des Sauerstoffgas zu zeugen schien, so war ich im Begriff, die Untersuchung aufzugeben, und prüfte daher den Rückstand des Gas nicht weiter. Indessen wollte ich doch einige gleichzeitige Versuche noch zu Ende bringen.

Versuch 8. In einem ganz auf gleiche Weise behandelten, gleich groſsem Glase lieſsen von dem gesäeten Kressensamen der nämlichen Art 26 Körner auf, und vegetirten sehr gut. Den 7. Jul. hing ich ein Stück Phosphor hinein, und sperrte die Oeffnung durch Kork und Wachs. Allein die in

der feuchten Luft sich bildende Menge phosphorigter Säure zerstörte die Pflanzen.

Versuch 9. Weil ich gleich bei der Anlage zweifelte, daſs aus diesen Versuchen irgend ein bedeutendes Resultat hervorgehen könne, so stellte ich zugleich einige andere an. Ich nahm eine grosse Entbindungsflasche von weissem Schorborner Glase (Fig. 1. Taf. V.), füllte sie auf 1½ Zoll mit Gartenerde, und säete von vorerwähnter Kresse hinein. Es liefen davon nur 9 Körner auf, die durch einen kleinen, wildwachsenden Grashalm vermehrt wurden. Dieses Mahl hatte ich es mit der Feuchtigkeit so gut getroffen, und der Flasche vor dem Fenster eine so günstige Stelle gegeben, daſs die Vegetation darin besser war, als in allen andern Gefäſsen. Den 9. Jul. verschloſs ich die obere Oeffnung der Flasche mit dem dazu gehörigen Glasstöpsel, goſs denselben mit geschmolzenem Wachse zu, und sperrte ihn noch zum Ueberfluſs mit Wasser, welches ich in den gläsernen Trichter der Flasche goſs. Die Seitenöffnung der Entbindungsflasche verschloſs ich mit einem Korke, durch den eine wie in der Figur gekrümmte Glasröhre ging, die 1 Linie im Lichten weit war, und sicherte auch hier alles mit Wachs.*) Das andere Ende dieser Röhre ging ebenfalls durch einen Korkstöp-

*) Bei jedem ähnlichen Versuche werde ich anstatt des Wachses Siegellack nehmen, denn es kostete mir auſserordentliche Mühe, mit Wachs luftdicht zu verschlieſsen, da es auf Glase nicht leicht festklebt. *M.*

fel in ein gewöhnliches am Boden abgefprengtes Medicinglas von ohngefähr 16 Cub. Zoll Inhalt*) und war auch hier mit Wachs verfchloffen. Das Medicinglas hing in einem mit Waffer gefüllten englifchen Quartierglafe, und die Röhre unterhielt die Communication zwifchen der Flafche und dem Medicinglafe. Vermittelft eines gebogenen und zugefpitzten Eifendrathes brachte ich in den Raum des Medicinglafes ein Stück Phosphor. So wie die Temperatur zunahm, trat nun wahrfcheinlich die Luft aus der Entbindungsflafche in das Medicinglas, und wechfelfeitig zurück, fo dafs eine gleiche Mifchung der Gasarten in beiden Gefäfsen erhalten wurde, ohne dafs der geringe Antheil des vermuthlich aus der Flafche zurückgehenden Phosphordampfes im Stande war, die Kreffe zu zerftören. Der Phosphor zerlegte die Luft, und ftieg als Dampf in die Höhe; theils fiel diefer in das Sperrwaffer, gröfstentheils aber legte er fich an den Eifendraht an, und verwandelte ihn in weifses Phosphor[faures]-Eifen.

Zur Beftimmung der Quantität des verzehrten Sauerftoffgas wollte ich anfangs diefes Phosphor[faure]-Eifen zerlegen; allein da dergl. chemifche Analyfen, mit kleinen Quantitäten angeftellt, für den Ungeübten fehr fchwer find, fo fchien es mir kürzer und ficherer zu feyn, die Berechnung nach der Menge des verzehrten Phosphors anzuftellen.

*) Bei der Zufammenfetzung des Apparats war es nicht möglich, den Inhalt auf das genauefte anzugeben. *M.*

Noch bemerke ich, wenn es gleich überflüssig seyn mag, dass das Wasser, worin sich das Phosphor[saure]-Eisen befand, schwach säuerlich war, welches ich einem kleinen Stück Phosphor zuschreibe, welches darin lag*). Den 9. Jul. fing ich an, den Phosphor zu sperren. Den 15. war das erste Stück desselben bis auf 1 Gran verbrannt, welcher von der zerfressenen Eisenspitze herabfiel. Ich steckte sogleich ein neues Stück Phosphor auf; wegen des trübern Wetters wurde dies langsamer verzehrt. Den 23. Jul. fiel wieder ½ Gran Phosphor herab**), welches ich sogleich wieder durch ein neues Stück ersetzte; und dieses verbrannte ganz. Nun nahm ich den Apparat aus einander, und fand die Kresse noch in guter Vegetation. Ueber dem Bestreben, das gebildete Phosphor[saure]-Eisen ohne Verlust zu erhalten, entwischte leider der Rest der Luft, die ich daher nicht eudiometrisch prüfen konnte.

*) Der wahre chemische Hergang dürfte folgender gewesen seyn: Der in der eingeschlossenen Luft langsam verbrennende Phosphor bildete phosphorige Säure, das Wasser sog diese ein, und nun verwandelte sie sich allmählig in Phosphorsäure, unter deren Mitwirkung das Eisen sich auf Kosten des Wassers oxydirte, und mit phosphorsaurem Eisen im Minimo der Oxydirung, d. h. mit weissem phosphorsaurem Eisen überzog. Dieses ist wenigstens der Wirkungsart der schwefligen Säure unter ähnlichen Umständen analog, und mit ihr stimmt bekanntlich die phosphorige Säure in vielen Wirkungen dieser Art überein. *Gilbert.*

**) Es fielen im Ganzen genau 1½ Gran Phosphor herab, die ich nachher zusammen wog, da ich sie unter dem Wasser wiederfand. Das eine derselben war grösser als das andere. *M.*

Hier erhielt ich meinem Wunſche gemäſs ein Reſultat, worin das quantitative Verhältniſs des in einer gegebenen Zeit entwickelten Sauerſtoffgas enthalten iſt. Ich glaube nämlich annehmen zu dürfen, daſs der Phosphor durch die Einwirkung des Eiſens in Phosphorſäure verwandelt wurde, welche nach Lavoiſier aus 0,60 Sauerſtoff und 0,40 Phosphor beſteht. Die $10\frac{1}{2}$ Gran Phosphor hatten alſo in 22 Tagen 15,75 Gran, oder (da 1 par. Cubikzoll von dieſem Gas 0,5069 franzöſ. Grain wiegt, und 576 franz. Grain = 480 Gran ſind) 37,285 Cub. Zoll Sauerſtoffgas verzehrt. Der lufterfüllte Raum der Flaſche enthielt 58 Cub. Zoll Luft; das Medicinglas, nach Abzug des Waſſers, welches ich gleich anfangs darin aufſteigen ließs, 14 Cub. Zoll. Es waren alſo im Ganzen 72 Cub. Zoll Luft vorhanden. Dieſe enthielten, nach dem conſtanten Verhältniſſe von 0,21 Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft, 15,12 Cub. Zoll Sauerſtoffgas. Alſo hätte der Phosphor allein mehr als die doppelte Menge von Sauerſtoffgas verzehrt, welche in den Gläſern vorhanden war. Nehmen wir nun auch an, daſs der nicht unterſuchte Gasrückſtand nur die Hälfte ſeines Gehalts an Sauerſtoffgas verloren habe, ſo würden in dieſem Verſuche 29,725 Cub. Zoll Sauerſtoffgas in 22 Tagen von 9 Halmen vegetirender Kreſſe erzeugt worden ſeyn; und da dieſe nach der gewöhnlichen Beſtellung $1\frac{1}{2}$ Quadr. Zoll einnehmen würden, ſo käme auf 1 Quadr. Zoll gewöhnlich beſtellter Fläche in

24 Stunden eine Entbindung von 0,900 Cub. Zoll Sauerſtoffgas.

Dieſen nämlichen Verſuch habe ich mit einem etwas abgeänderten Apparate angeſtellt, den man in Fig. 2. abgebildet ſieht. Dieſes Mahl hatte ich die Kreſſe in eine Untertaſſe mit Erde geſäet, und dieſe ſperrte ich unter eine Glocke, welche durch eine drei Mahl gekrümmte Glasröhre mit einem Zuckerglaſe in Verbindung ſtand, das in einem Quartierglaſe umgeſtürzt war. Unter dem letztern verleuchtete Phosphor unter den eben beſchriebenen Umſtänden. Die regnigte Witterung und andere Umſtände unterbrachen dieſen Verſuch; ich werde indeſſen mit dieſem Apparate meine Verſuche wieder aufnehmen, um die erhaltenen Reſultate zu prüfen *).

Das Sauerſtoffgas, ſo wie es ſich durch Einfluſs der Vegetation erneuerte, durch leuchtenden

*) Da des Sperrwaſſers nur wenig iſt, und dieſes mit der Luft in freier Verbindung ſteht, ſo ſcheint es ſehr nöthig zu ſeyn, daſs der ſcharfſinnige und eifrige Verfaſſer bei ſeinen fernern prüfenden Verſuchen ſich auf das ſorgfältigſte verſichere, daſs nicht ein Theil des verzehrten Sauerſtoffs aus der Luft des Sperrwaſſers herrühre. Sie könnte vielleicht, ſo wie allmählig der Sauerſtoffgehalt der eingeſchloſſenen Luft verzehrt wird, Sauerſtoffgas hinein ſchlüpfen laſſen, und ſich dagegen auf Koſten der äuſsern Luft wieder mit Sauerſtoffgas verſehn. Vielleicht wäre es daher beſſer, die Glocke auf den Boden aufzukütten, (verhindert dieſes anders nicht die Entbindungsröhre) und ſich durch Anſaugen, daſs ſie luftdicht ſchlieſst, zu verſichern. Auch wäre es in dieſer Hinſicht zweckmäſsig, das Waſſer in dem Cylinderglaſe in Fig. 2 u. Fig. 1. mit Oehl zu übergieſsen. *Gilbert.*

Phosphor verschlucken zu lassen, war zwar, wie man sieht, ein gutes Mittel, allein es befriedigte meine Wünsche doch nicht ganz. Die mannichfaltigen Versuche von Ingenhouss, Senebier, Spallanzani und Saussure d. j. haben es nämlich ausser Zweifel gesetzt, dass schon Theile von Pflanzen, wie viel mehr also die vegetirenden Pflanzen selbst das kohlensaure Gas zerlegen. Eben dieses Gas wird durch die vielen Processe des Athmens, Verbrennens und Säurens in ungeheurer Menge producirt, und da wir, nach den oben aufgestellten Grundsätzen, stets einen Kreislauf in den Operationen der Natur vermuthen müssen: so war es wünschenswerther, den Versuch so einzurichten, dass, während das Sauerstoffgas absorbirt ward, zugleich kohlensaures Gas producirt wurde, welches dann durch die Vegetation zerlegt werden konnte. Da wir aber die Operationen der Natur, wie sie im Grossen vorgehn, bloss im Kleinen nachmachen können, so standen hier unüberwindliche Schwierigkeiten im Wege. Ich glaubte indessen vorerst diese Absorbtion durch Stubenfliegen am besten erreichen zu können.

Hierbei musste nun zuvor die Menge des Sauerstoffgas bestimmt werden, welche eine Fliege in einer gegebenen Zeit consumirt. Ich sperrte daher in Gläser, deren Inhalt gemessen war, eine gewisse Anzahl Stubenfliegen ein, und bemerkte die Zeit, bis sie starben. Hier entdeckte ich indess, dass verschiedene derselben ein verschiede-

nes Vermögen haben, in verdorbener Luft auszudauern: denn meistens überlebten die letzten die zuerst gestorbenen um 12 bis 24 Stunden, wobei sie anfangs noch ganz munter, nachher aber beständig in einer starken Betäubung waren. Inzwischen konnte ich hierdurch nur ein mangelhaftes Resultat erhalten. Die beiden mittlern Gröfsen, die ich aus zwei Reihen von Versuchen mit Luft, die durch Wasser gesperrt war, und in verschlossenen Medicingläsern erhalten habe, sind 0,960 und 0,672 Cub. Zoll Sauerstoffgas-Consumtion für eine Fliege in 24 Stunden. Beide Zahlen geben im Mittel 0,816 französ. Duodecimal-Cub. Zoll.

Weil mich diese Versuche, bei dem Bestreben nach einem ganz zuverlässigen Resultate zu lange aufgehalten hatten, so fing ich erst im Herbste, als das Leben der Fliegen durch die kalte und nasse Witterung verkümmert wurde, die Versuche in der Art an, dafs ich die Luft, worin eine gewisse Anzahl Fliegen eine Zeitlang gelebt hatte, eudiometrisch prüfte, nachdem ich sie zuvor in Kalkwasser geschüttelt hatte, ohne den Antheil der erzeugten Kohlensäure zu messen, da es mir auf diesen hier nicht ankam. Ich habe hierbei bemerkt, dafs die Fliegen weniger Sauerstoffgas verzehren, wenn sie in der Herbstkälte ein weniger kräftiges Leben haben. Inzwischen behalte ich auch diese Versuche einer weitern Prüfung vor, wiewohl ich nicht zweifle, der wahren Consumtion an Sauerstoffgas durch die Fliegen schon ziem-

lich nahe gekommen zu seyn. Die beiden äussersten Extreme der grössten und geringsten Consumtion bei den Versuchen, die ich nur mit einer kleinen Anzahl Fliegen anstellte, sind 0,506 und 0,230 Cub. Zoll. Hiervon ist das Mittel 0,328. Weil ich nun die nachfolgenden Versuche in einer geraumen Zeit nach einander anstellte, ohne die jedesmahlige bestimmte Consumtion gleichzeitig damit zu vergleichen, so glaube ich am wenigsten zu irren, wenn ich aus allen diesen Versuchen die Mittelzahl als bestimmte Grösse annehme, und darnach die Versuche berechne. Diese Mittelzahl ist 0,574 Cub. Zoll, als Consumtion des Sauerstoffgas einer Fliege in 24 Stunden.

Versuch 10. Nach mehrern nicht genügenden Versuchen setzte ich den 26. Jul. unter eine Glocke eine Obertasse mit Kresse, deren Vegetation schon etwas zu weit gediehen war. In den obern Raum, dessen Inhalt nach Abzug des Raums, den die Tasse einnahm, 57 Cub. Zoll betrug, sperrte ich 10 Fliegen, für deren Nahrung gesorgt war, und setzte den Apparat ans Licht vor ein Fenster nach Süden. Gleichzeitige Beobachtungen des Barometers und Thermometers waren überflüssig, und hierbei auch unmöglich. Die Fliegen waren noch sämmtlich am Leben, als der Apparat am 1. August, also nach 6 Mahl 24 Stunden, aus einander genommen wurde. Einige Halme der Kresse hatten, vorzüglich an den beiden letzten Tagen, zu kränkeln angefangen, und zwei

waren gelb geworden. Die Luft unter der Glocke war fichtbar vermindert, und enthielt bei der Prüfung noch 0,12 Sauerftoffgas.

Die befäete Kreisfläche hatte einen Durchmeffer von 2,1 par. Zoll, enthielt alfo 3,46 Quadr. Zoll. Rechnen wir, dafs eine Fliege in 24 Stunden 0,57 Cub. Zoll Sauerftoffgas verzehrt, fo war die Confumtion der 10 Fliegen in 6 Tagen = 41,33 Cub. Zoll Sauerftoffgas. Hiervon abgezogen die 5,13 Cub. Zoll Sauerftoffgas, welche von dem urfprünglich vorhandenen verzehrt waren, bleiben noch 36,2 Cub. Zoll, welche von der Kreffe, die auf einer Fläche von 3,46 Quadr. Zoll vegetirte, producirt worden waren, abgefehn von dem von den vergilbten Blättern verzehrten Antheile. Nach diefem Verfuche liefert alfo die Vegetation auf 1 Quadr. Zoll beftellter Fläche in 24 Stunden 1,75 Cub. Zoll. Sauerftoffgas.

Verfuch 11. Einen ganz ähnlichen Verfuch führe ich ohne beigefügte Berechnung an, damit die Verfchiedenheit der Refultate recht in die Augen falle. Den 7. Auguft fperrte ich in diefelbe Glocke 12 Fliegen. In die darunter befindliche Obertaffe hatte ich ein Stück Rafen gelegt, das zu diefem Behufe ausgeftochen, und nach der Form der Taffe gefchnitten war. Die tief herabgehenden Wurzeln des Grafes mufsten bei diefem Ausftechen befchädigt werden, und die Vegetation deffelben, die ohnehin fchlecht war, wurde unterbrochen. Die einzelnen Grashalme wurden etwas

welk, ohne recht augenfällige Veränderung, bis auf wenige ganz vergilbende Halme. Den 9. waren zwei Fliegen todt, und die übrigen lebten in einer sichtbaren Unbehaglichkeit. Den 12. musste ich verreisen, fand den 18. bei meiner Zurückkunft das Wasser hoch hinaufgestiegen bis über den Rand der Tasse, die Fliegen sämmtlich todt, und den grössten Theil der Grashalme verwelkt und vergilbt; einige wenige Halme aber hatten sich erhoben, standen mit frischem Grün, und schienen gewachsen zu seyn. Die Luft enthielt bei angestellter Untersuehung 0,056 Sauerstoffgas, und dieses war vielleicht erst durch die erneuerte Vegetation entwickelt worden.

Der Herbst rückte nun zwar schon heran, und die Kürze der Tage und ungewöhnlich trübe Witterung verhinderten eine lebhafte Vegetation. Doch stellte ich noch zwei Versuche an, und sie glückten über meine Erwartung. Darf man, wie es nach der Theorie scheint, annehmen, dass die Entbindung des Sauerstoffgas um so viel stärker *ist*, je gesunder und kraftvoller jedes Mahl der Wachsthum der Pflanzen ist, und dass die Quantität des entbundenen Sauerstoffgas der Menge der durch die Pflanzen angesetzten consistenten Theile proportional ist, so müssten die Getreidearten in ihrem frühesten Wuchse eine starke Production des Sauerstoffgas zeigen. Und so fand sich dieses in der That in dem folgenden Versuche.

Ver-

Versuch 12. Ich hatte in einer Obertasse 22 Halme Hafer auflaufen lassen, die zu einer Länge von 4 bis 6 Zoll herangewachsen waren. Ich beschnitt sie, so dass sie eine gleiche Länge von 3 Zoll behielten, setzte sie den 9. September unter die vorgenannte Glocke, die wegen ihres geringen Durchmessers bei einer grossen Höhe sehr brauchbar zu solchen Versuchen ist, und sperrte 12 Fliegen darunter. Diese waren sehr munter, besonders wenn das Wetter nicht trübe und nicht kalt war. Der Hafer blieb, wenige Halme abgerechnet, im Wachsen, und behielt eine gute, frische Farbe, wiewohl er etwas blasser wurde, als anderer, der daneben stand. Einige Halme wuchsen während der 7 Tage des Versuchs um 1 bis 2 Zoll. Den 16. nahm ich den Apparat aus einander, fand die Fliegen alle lebend, prüfte die Luft, und fand darin 0,195 Sauerstoffgas.

Wenn wir nach diesem Versuche die Berechnung anstellen, so kann allerdings nicht geläugnet werden, dass die Zahl der Pflanzen, nämlich 22 auf einer Fläche von fast $3\frac{1}{2}$ Quadr. Zoll, grösser ist, als eine gewöhnliche Bestellung sie bringt. Inzwischen habe ich die Berechnung hiernach angestellt, wie in Versuch 10., und ich werde die anderweitigen Rücksichten, die hierbei zugleich in Betrachtung kommen, sogleich unten näher erörtern. Die ganze Consumtion an Sauerstoffgas durch die Fliegen betrug nach den in Versuch 10. angenommenen Grössen 48,116 Cub. Zoll. Brin-

gen wir den geringen Unterschied der Beschaffen
heit der zurückgebliebenen Luft und der atmo
sphärischen nicht in Rechnung, so erzeugt hie
nach ein Quadr. Zoll Fläche in 24 Stunden (di
ganze Fläche zu 3,5 Quadr. Zoll gerechnet) 1,96
Cub. Zoll Sauerstoffgas.

Versuch 13. Noch war mir eben Zeit zu ei
nem ähnlichen Versuche übrig. Ich hatte Hafer i
einem abgesprengten Medicinglase gesäet; er ve
getirte sehr gut, und stand gewiss vierfach so nah
als auf einem besäeten Felde. Ich beschnitt ih
als er die gehörige Höhe erreicht hatte, bis zu
Zoll Höhe, sperrte ihn dann unter einen Cylinde
den ich oben mit einer Glasscheibe luftdicht ve
kittete, und setzte 11 Fliegen (die 12te fand Ge
legenheit, zu entkommen) darunter. Sie lebte
beständig sehr munter. Ohngefähr die Hälfte de
Halme blieb im Wachsen, wahrscheinlich weil d
beschränkte Raum im Glase den Körnern und Wu
zeln nicht verstattete, sich gehörig auszudehne
Als ich nach 6 Tagen den Apparat aus einand
nahm, fand ich bei genauer Prüfung, dass d
Luft 0,2145 Sauerstoffgas enthielt, indessen ich
der, mit den nämlichen eudiometrischen Mitte
und zu gleicher Zeit geprüften, atmosphärisch
Luft nur 0,2026 Sauerstoffgas entdeckte. Dur
Stehen im Kalkwasser, wodurch ich den Geh
der Kohlensäure messen wollte, verlor sie ka
0,02, oder eigentlicher nicht viel über 0,01.

Die besäete Fläche hatte eine Gröſse von 2,07 Quadr. Zoll. Weil sie indessen vierfach so stark, als gewöhnlich bestelltes Land besäet war, aber nur ohngefähr die Hälfte der Halme in frischer Vegetation blieb, so glaube ich der Wahrheit am nächsten zu kommen, wenn ich sie in der Berechnung doppelt so groſs annehme. Nun betrug die Production des Sauerstoffgas, wie zuvor berechnet, in 6 Tagen 37,88 Cub. Zoll; also kamen auf 1 Quadr. Zoll dieser Haberfläche in 24 Stunden eine Sauerstoffgas-Erzeugung von 3 Cub. Zoll; giebt für gewöhnlich bestelltes Land, nach obiger Schätzung, ohngefähr 1,5 Cub. Zoll.

Die Production des Sauerstoffgas nach diesem letzten Versuche war unter den drei verglichenen, wenn meine Schätzung richtig ist, verhältniſsmäſsig die geringste, ungeachtet die Sperrung nur 6 Tage unterhalten wurde, und die Vegetation den frühern meistens gleich kam. Das Wetter war, einige trübe Tage abgerechnet, günstig, und die Hitze der gegen den Apparat fallenden Sonnenstrahlen nicht so stark, daſs daraus ein nachtheiliger Einfluſs entstehen konnte. Diesen vereinten Ursachen, vorzüglich aber, daſs über der verhältniſsmäſsig stark producirenden Fläche nur 11 Fliegen, also weniger, als über den beiden früher in Untersuchung gezogenen, befindlich waren, schreibe ich das gröſsere Verhältniſs des Sauerstoffgas zu. Es scheint, als wenn diesmahl mehr producirt wurde, als zum Verzehren nöthig war. Auſserdem

mufs ich noch bei einer Sache, die von fo bedeutenden Folgen ift, den Umftand erwähnen, dafs ich bei allen frühern Verfuchen, die ich angezeigt und deren Berechnung ich beigebracht habe, den Apparat jedesmahl um 12 Uhr aus einander nahm, weil ich ihn um dieselbe Zeit zufammengefetzt hatte. Diefes letztere Mahl aber traf es fich, dafs ich durch zufällige Abhaltungen daran gehindert wurde, und ihn erft halb 6 Uhr Nachmittags auffstellen konnte, daher ich ihn nach den verfloffenen 6 Tagen um dieselbe Tagszeit wieder aus einander nehmen mufste, wo alfo den ganzen Tag die Einwirkung des Tageslichts Statt gefunden hatte.

Nehmen wir als die wahrfcheinlichfte Beftimmung durch Zahlen das Mittel aus den drei Refultaten, welche wir hier erhalten haben, fo giebt diefes 1,74 Cub. Zoll Sauerftoffgas, welches in 24 Stunden von einem Quadr. Zoll Oberfläche entbunden wird, die mit vegetirenden Gewächfen bedeckt ift.

Jetzt wollen wir verfuchen, beide Refultate, das eine, welches ich durch die Abforbtion vermittelft verleuchtenden Phosphors, und das andere, welches ich durch die berechnete Confumtion durch lebende Fliegen erhalten habe, auf die Production des Sauerftoffgas durch die Vegetation auf der ganzen Oberfläche der Erde anzuwenden.

Anwendung der Resultate auf die Natur im Grofsen.

Nach einer mittlern Angabe, die der von Mannert am nächften kommt, enthält die Erde 3000000 Quadr. Meilen Land. Rechnen wir, dafs hiervon die Hälfte mit Vegetabilien überdeckt ift, indem wir die von ewigem Eife erftarrten Polargegenden, die Sandwüften der heifsern Klimate, und die nackten Gebirge abrechnen, fo bleiben 1500000 Quadr. Meilen übrig. Weil wir aber in den gemäfsigten Zonen die Hälfte der Zeit Winter haben, und auch in den heifsen Zonen die Vegetation während der Zeit der Dürre fehr verkümmert ift, fo kommen wir gewifs der Wahrheit am nächften, wenn wir wiederum nur die Hälfte, alfo 750000 Quadr. Meilen, vegetirendes Land rechnen. Diefe Annahme ift gewifs eher zu klein, als zu grofs, da felbft die kahlften Felfen wenigftens mit Kryptogamiften überzogen find, da ferner die faftigen und harzreichen Pflanzen nach Senebier, Sauffure und von Humboldt weit mehr Sauerftoffgas hergeben, als Pflanzen der Art, mit denen ich meine Verfuche angeftellt habe, und da endlich ein Wald weit mächtiger wirken mufs, als eine mit niedrigen Kräutern bedeckte Fläche.

Nehmen wir alfo an, dafs 750000 Quadr. M. vegetirende Fläche auf der Erde find, und rechnen wir nach Klügel eine geographifche Meile zu 22869,6 par. Fufs, alfo eine Quadr. Meile zu 523'0186o4 Quadr. Fufs, fo hätten wir auf der

Erde zu aller Zeit 392″263953′120000 Quadr. Fufs vegetirender Oberfläche.

Wenn nun nach den Berechnungen von Verfuch 9. ein Quadr. Zoll Fläche in 24 Stunden 0,9, und alfo 1 Quadr. Fufs 0,9 . 144 Cub. Zoll, *oder* $0{,}9 . \frac{144}{1728} = \frac{0{,}9}{12}$ Cub. Fufs Sauerftoffgas *entbindet*, fo würde der vegetirende Antheil der Erde *in* 24 Stunden 29″419796′484000 Cub. Fufs Sauerftoffgas produciren.

Da der Gegenftand der Unterfuchung einer der wichtigften im Gebiete der Naturlehre ift, fo hielt ich es der Mühe werth, auch aus dem Mittel der zweiten Reihe von Verfuchen, nach welchem 1 Quadr. Zoll vegetirender Fläche in 24 Stunden 1,74 Cub. Zoll Sauerftoffgas producirt, ein Refultat zu ziehen. Und das um fo mehr, da die gröfsere Production des Sauerftoffgas in diefen Verfuchen der Wahrheit am nächften liegend ift, indem fie ohne Zweifel als eine Folge des beftändig erzeugten und durch die Pflanzen wieder zerlegten kohlenfauren Gas angefehen werden kann. Multiplicirt man nun die obige Zahl von Quadr. Fufsen mit $\frac{1{,}74}{12}$, fo erhält man 57″205159′830000 Cub. Fufs Sauerftoffgas, als fo viel die Production aller Pflanzen auf der ganzen Oberfläche der Erde, fo weit fie mit Pflanzen bedeckt ift, in 24 Stunden beträgt. Eine Mittelzahl, die aus diefen beiden Refultaten genommen wird, beträgt etwas mehr als 40 Billionen Cub. Fufs.

Die Quantität der gesammten *Consumtion* des Sauerstoffgas auf der Erde zu berechnen, ist ganz unmöglich. Wir können indessen wenigstens eine nicht unbedeutende Art der Consumtion auf Zahlen zurückbringen, nämlich wie viel die Menschen durch das *Athmen* verzehren.

Man rechnet nach Gaspari die Menschenmenge auf der ganzen Erde auf 900 Millionen. Nehmen wir nun mit Seguin und Lavoisier*) an, dass ein gesunder Mensch in 24 Stunden ohngefähr 22 Cub. Fuss Sauerstoffgas durch Athmen consumirt, so beträgt die Consumtion des Sauerstoffgas durch das ganze Menschengeschlecht nur 19800 Mill. Cub. Fuss in 24 Stunden. Davy**) rechnet 26 bis 27 Athemzüge in einer Minute, und darin eine Consumtion von Sauerstoffgas von 31,6 Cub. Zoll; folglich in 24 Stunden $\frac{24 \cdot 60 \cdot 31,6}{1728}$ $= 26\frac{1}{3}$ Cub. Fuss, und dieses gäbe für die gesammten Bewohner der Erde eine Consumtion von 23700 Mill. Cub. Fuss. Es betrüge demnach die Consumtion der Menschen noch nicht $\frac{1}{1683}$ der Menge von Sauerstoffgas, welche durch die Pflanzen nach einem Mittel aus meinen Versuchen beständig fort producirt wird.

Noch einige Bemerkungen.

Um meinen Versuchen nicht mehr Werth beizulegen, als sie wirklich haben, will ich hier selbst einige Mängel derselben anzeigen.

*) *Mém. de l'Ac. des sciences.* An 1790. Par. 1797. S. 601. *M.*
**) S. Gilbert's Annal. 19. S. 206. *M.*

1. Weil mir bei den vorläufigen Versuchen über die Art, hierbei entscheidend zu experimentiren, die Zeit hinging, so habe ich die verschiedenen Gasarten, die im Spiele waren, und die Art ihres Verbrauchs nicht genau abmessen können, welches ich mir bei neuen Versuchen vorgesetzt habe. Ohne Zweifel entstand durch das Leben und Athmen der Fliegen kohlensaures Gas, und dieses wurde durch die Pflanzen zerlegt, wie es im Grossen gewöhnlich geschieht; dadurch wurde nichts abgeändert, vielmehr der Versuch der Sache um so viel ähnlicher. Allein nach Davy a. a. O. verzehrt ein Mensch durch die Respiration in einer Minute 5,2 Cub. Zoll Stickgas, folglich $\frac{1}{8}$ des verzehrten Sauerstoffgas, und es ist daher wahrscheinlich, dass auch die Fliegen in einem gleichen, oder vielleicht in einem noch grössern Maasse gleichfalls Stickgas verzehren. Diese Sache wird mir auch noch dadurch wahrscheinlich, dass ich jedes Mahl eine Verminderung des Luft-Volumens bemerkte, selbst bei Versuch 13., bei welchem die Quantität Sauerstoffgas eher vermehrt, als vermindert worden war. Auch finden wir in den Gewächsen, namentlich in den Halmen des Hafers, bei der Analyse häufig Substanzen, die vorher weder in der Erde, noch in den Bestandtheilen der Luft, noch im Wasser gebildet vorhanden waren, die folglich durch eine Zerlegung der Luft, oder durch andere bis jetzt unbekannte Verbindungen entstanden seyn können. Es verlohnt

sich daher allerdings der Mühe, auf alle und jede Vermehrung und Verminderung der angewandten oder erhaltenen Stoffe aufmerksam zu achten, um der Wahrheit so viel, als immer möglich ist, nahe zu kommen.

2. Es liegen zwar bei der gegebenen Rechnung zwei verschiedene Normen des Maasses zum Grunde, deren Verhältniss zu einander die Richtigkeit der als Norm angenommenen Grössen wahrscheinlich macht. Allein bei einer Sache, die von einer so ausnehmenden Wichtigkeit ist, genügt mir dieses noch nicht, sondern ich werde in Zukunft die Versuche noch einmahl mit andern Thieren, namentlich mit Gartenschnecken, vornehmen, von denen die Quantität des Sauerstoffgas, welches sie in einer gegebenen Zeit consumiren, schon durch frühere Versuche bekannt ist. Um aber auch dann die richtigsten Resultate zu erhalten, die unter den gegebenen Bedingungen zu erwarten sind, werde ich allemahl zwei Versuche unter möglichst gleichen Umständen neben einander anstellen, indem ich die athmenden Thiere in gleicher Anzahl zugleich in einen Sauerstoffgas producirenden Raum sperre. Die Kürze der Zeit, und die Ungewissheit, ob irgend ein Resultat erhalten werden könne, liessen bei der hier mitgetheilten Reihe von Versuchen diese Genauigkeit nicht zu.

3. Endlich kann ich nicht umhin, zu glauben, dafs die Fliegen auch in einer verdorbenen Luft, wenigstens in einer, die geringer an Sauerstoffgas als die atmosphärische ist, leben können, und dafs sie dann eine geringere Quantität Sauerstoffgas verzehren. Hierdurch wird die Richtigkeit der Gröſsen etwas wankend, und es muſs, zum vollgültigen Beweiſe, nothwendig erſt ein unbeſtreitbarer Maaſsſtab zum Grunde gelegt werden. Ueberhaupt aber bin ich weit entfernt, zu glauben, daſs die erhaltenen Zahlenverhältniſſe über jeden Zweifel erhoben ſind, und eine mathematiſche Gewiſsheit zulaſſen.

Aller dieſer Mängel ungeachtet ſind indeſs die Verſuche keinesweges gleichgültig, und auch die *Reſultate* nicht unbedeutend, die aus ihnen hervorgehen. Stellt man dieſelben in der Kürze zuſammen, ſo ſind ſie folgende.

1. Daſs zum Keimen der Samenkörner, und zwar wahrſcheinlich aller, eine gewiſſe Menge Sauerſtoffgas erfordert wird, iſt längſt erwieſen. Dieſe Wahrheit führe ich nur deshalb nochmahls an, weil ſich in der That eine ganz eigene Idee damit verbinden läſst. Unläugbar hängt bei weitem der gröſste Theil aller Operationen in der Natur vom Zuſammenſetzen und Zerlegen ab, wie ſchon Viele vor mir angenommen haben, und worauf mein Syſtem der atomiſtiſchen Phyſik eigentlich gebauet iſt. Das zerlegende Agens iſt das

Licht, mit seinen Modificationen, also hauptsächlich dieses selbst, und die Elektricität. Das am häufigsten Zerlegte, welches so allgemein verbreitet ist, und welches eben durch seine natürliche Beschaffenheit, vorzüglich aber durch seine verschiedenen Modificationen, in denen es erscheint, und endlich durch seine Bestandtheile, in die es zerlegt wird, ein vorzügliches und sehr allgemeines Zwischenmittel anderer Zerlegungen abgiebt, ist das Wasser. Zwei vorzügliche Mittel zur Zerlegung desselben sind die Pflanzen und die Volta'sche Säule; erstere, weil durch sie der eine Bestandtheil desselben, der Sauerstoff, frei wird, und letztere, weil sie beide Bestandtheile frei macht. Hier dringt sich von selbst die Bemerkung auf, dass zwischen beiden eine auffallende Uebereinstimmung Statt findet. Beide Mittel nämlich bedürfen, um in Thätigkeit gesetzt zu werden, zuerst das Sauerstoffgas, welches beide zugleich frei machen; denn bekanntlich hört die Action der Säule im Stickgas auf, und das Keimen der Pflanzen in demselben ist unmöglich. Wenn aber nach Senebier die keimenden Pflanzen Wasserstoffgas entbinden, so ist in diesem Falle der Process so viel eigenthümlicher, indem eben diese Substanzen im Anfange der Vegetation gerade den umgekehrten Process ausüben, als in der Folge derselben. Uebrigens verdienen diese Versuche noch aufs neue wiederholt zu werden.

2. Daſs die Vegetation das einzige Mittel ſey, wodurch die conſumirte Quantität Sauerſtoffgas in der Atmoſphäre wieder erſetzt wird, und daſs dieſes Mittel eine genügende Quantität zu liefern vermag, dieſes iſt nun wohl keinem Zweifel *mehr* unterworfen. Mag man die von mir angeſtellten Verſuche bei den vielen Schwierigkeiten, *denen* ſie unterworfen ſind, noch ſo geringe anſchlagen, ſo wird dennoch ein jeder auf die leichteſte Weiſe zu der feſten Ueberzeugung von dieſer Wahrheit gelangen können. Man nehme zu dieſem Zwecke nur, wie ich häufig verſucht habe, zwei gleich groſse Glocken, ſperre unter beide eine gleich groſse Anzahl Fliegen bei hinlänglicher Nahrung, in die eine mit, in die andere ohne wachſende Vegetabilien. Es wird nie fehlen, daſs die Fliegen in der erſtern in einer gewiſſen Zeit ſterben, wenn ſie in der andern nach einer doppelt ſo langen Zeit noch munter ſind. Stellt man alsdann, ohne weitere eudiometriſche Prüfungen, nur die Berechnung über die Production einer beſtimmten Fläche an, ſelbſt zugeſtanden, daſs nach *der* doppelten Zeit auch die zweite Glocke reines Stickgas enthielte, und beſtimmt hiernach die Quantität, welche die ganze vegetirende Oberfläche der Erde produciren kann, ſo wird jeder Zweifel ſchwinden.

3. Wenn man das quantitative Verhältniſs der Production und Conſumtion des Sauerſtoffgas berückſichtigt, ſo iſt die berechnete Quantität der

Production allerdings grofs; allein man kann gegen fie weder einen Einwurf davon hernehmen, dafs fie zu grofs, noch davon, dafs fie zu klein fey. Denn erftlich kann man die Quantität nicht zu geringe nennen; die Verfuche wurden theils nicht mit Pflanzen angeftellt, denen eine vorzüglich ftarke Entbindung des Sauerftoffgas eigen ift, wie fie einftimmig den faftigen und harzreichen Vegetabilien zugefchrieben wird, theils habe ich, wie fchon erwähnt, jedes Mahl nur eine dünne Fläche in Unterfuchung gezogen, die mit der Dicke eines Kornfeldes, oder noch mehr eines Waldes, in gar keiner Vergleichung ftehen kann. Endlich aber, und diefes ift bei weitem das Wichtigfte, ift es ganz unmöglich, in einem verfchloffenen Raume die Bedingungen zu erreichen, die in der Natur Statt finden, namentlich den ftets erneuerten freien Zutritt der Luft und die ungehinderte Verdunftung. Der erftere macht die Pflanzen kräftiger, und alfo thätiger in ihren Functionen; die letztere ift aber ohne Zweifel ein fehr bedeutendes Beförderungsmittel. Indem nämlich vermöge der Verdunftung das Waffer beftändig durch die Pflanzen auffteigt, haben fie Gelegenheit, einen Theil deffelben zu zerlegen, gerade wie diefes von den Thieren mit denjenigen Subftanzen gefchieht, die fie zerlegen, und fich zum Theil aneignen. Bemerkt man aber die übermäfsige Feuchtigkeit in einem eingefchloffenen Raume, worin Pflanzen vegetiren, worin kein

Stück Zucker nur sechs Stunden ausdauern kann, ohne gänzlich zu zerfliessen, so sieht man hierin leicht den Grund, dass sie in demselben so bald absterben; am sechsten Tage fangen sie meistens schon an zu erkranken, und bis 12 Tage werden sie so wässeriger und krankhafter Natur, *dass* sie von selbst zu zerfallen beginnen. So ist also *im* Thierreiche und im Pflanzenreiche gehemmte Ausdünstung eben so wohl, als übertriebene schädlich, und wir entdecken abermahls eine überraschende Gleichheit unter diesen beiden Reichen.

Viel weniger aber kann und wird man auf der andern Seite den Einwurf machen, dass nach der Berechnung die Production zu gross seyn würde. Zwar nimmt die Consumtion durch das Athmen der Menschen nur einen geringen Theil Sauerstoffgas von der producirten Menge weg, allein die Menschen sind auch wirklich nur ein geringer Theil der Sauerstoffgas-consumirenden Wesen. Wenn aber auch gar keine anderweitige Consumtion durch lebende Wesen Statt fände, so könnte hieraus noch gar kein Einwurf hergenommen werden, indem die Pflanzen selbst alles producirte Sauerstoffgas endlich wieder verzehren. Wir sind also eigentlich nur um eine gewisse Quantität im Vorschuss, so dass wieder eine neue producirt wird, bis diese verzehrt ist. Moses hat in seiner Angabe also wieder sehr wahr berichtet, wenn er erzählt, dass erst das Wasser geschieden wurde,

und Kräuter wuchsen, ehe die lebenden Wesen hervorgingen.

4. Dafs ganze Strecken als Sandwüsten ohne Vegetation sind, Tausende von Quadratmeilen im Winter öde liegen, und dafs endlich unermefsliche Flächen Wasser kein Sauerstoffgas produciren, und dafs dennoch auch hier beständig ein hinlänglicher Vorrath vorhanden ist, kann nicht als ein Gegenbeweis der Theorie angesehen werden. Theils ist die Verwandtschaft beider Gasarten so stark, dafs das Stickgas das Sauerstoffgas bis zur Sättigung beständig anzieht, theils und hauptsächlich sind die Strömungen in der ganzen Atmosphäre so ununterbrochen, allgemein und gewaltsam, dafs die Mischung immer wieder aufs neue hergestellt wird. Denn wenn gleich in den untern Regionen gänzliche Ruhe herrscht, so ist meistens in den obern heftige Bewegung. Ob dann das schwerere Sauerstoffgas eine Geneigtheit hat, herab zu sinken, wie dieses bei der Kohlensäure gewifs der Fall ist, wage ich nicht zu bestimmen. Die Natur käme sich dann abermahls durch ein leichtes Mittel in ihren complicirten Processen zu Hülfe. Uebrigens ist die Ruhe in der Atmosphäre, so wie sie anscheinend existirt, oder existirend gedacht wird, nur eine Täuschung, indem nach der Natur der Flüssigkeiten eine jede Bewegung eben solche Strömungen hervorbringt, als wir diese [illegible] Wasser wahrnehmen, worin ein fester Körper bewegt wird. Hiervon liegt schon ein un-

umſtöſslicher Beweis in dem Flackern des Lichts in einem Zimmer, worin ein Menſch hin und her geht, ja es muſs in jedem Falle durch das Athmen ſelbſt eine nicht unbedeutende Bewegung entſtehen. Wären alle dieſe Mittel der Miſchung und des ſtets wieder hergeſtellten Gleichgewichts nicht wirklich vorhanden, ſo müſste eine Menſchenmenge in jedem Zimmer und ſogar ein einzelner Menſch in einem kleinen Zimmer nach einigem Aufenthalte in demſelben unfehlbar erſticken. Ueberhaupt läſst ſich dieſer Einwurf, falls er ernſtlich gemacht würde, ſehr bald durch Rechnungen genugthuend widerlegen, wenn man zeigt, wie durch eine einzige Bewegung in der Atmoſphäre, worin der Zerſetzungen ſo viele vorgehen, nicht ſelten Hunderte, ja Tauſende von Cubik-Meilen Luft von einem Orte zum andern geführt werden.

Endlich übergehe ich noch manche Folgerungen, die ſich in Betreff der Pflanzenphyſiologie aus den angeſtellten Verſuchen, hauptſächlich zur Beſtätigung oder Berichtigung älterer Behauptungen herleiten laſſen. Namentlich erhält der *Satz*, den Fourcroy aufgeſtellt hat *), daſs die Farben der Blumen von der Quantität des in ihnen enthaltenen Sauerſtoffs abhängen, eine leichtere Anſicht und neue Beſtätigung. Die Pflanzen haben nämlich im Allgemeinen die Function, das

Waſ-

*) S. *Annales de Chimie*, bei Gren *Journal der Phyſik*, III. S. 168. *M.*

Waſſer zu zerlegen, und ihre Farbe richtet ſich dann nach der Quantität Sauerſtoff, den ihre verſchiedenen Theile vermöge der reſpectiven Attraction zurückbehalten. Ob nun aber im Gelb die höchſte Stufe der Oxydirung angetroffen werde, wie **Fourcroy** meint, oder vielmehr, wie ich es wahrſcheinlicher finde, im Weiſs, und die niedrigſte im Schwarz, ſo daſs das Grün zwiſchen dieſen beiden in der Mitte liegt, weil bei dieſer Farbe der Scheidungsproceſs in gröſster Thätigkeit iſt, hierüber zu entſcheiden überlaſſe ich gern den Chemikern.

Der Geruch der Pflanzen ſetzt jedes Mahl ein verflüchtigtes ätheriſches Oehl voraus, deſſen weſentlichſter Beſtandtheil Waſſerſtoff iſt. Die grünen Theile der Pflanzen, die hauptſächlich den zweiten Beſtandtheil des Waſſers, nämlich Sauerſtoffgas, frei machen, liefern wenig ätheriſches Oehl, und haben daher ſeltener einen ſtarken Geruch, als die Blumen, wiewohl derſelbe bei vielen, namentlich dem Lavendel, den Birken u. a. nicht zu verkennen iſt, in denen ſich inzwiſchen leicht das Oehl nachweiſen läſst. Stärker iſt in der Regel allemahl der Geruch, den die Blumen verbreiten, und dieſe ſind auch diejenigen Theile der Pflanzen, in denen die Producirung des ätheriſchen Oehls vorzüglich vor ſich geht, indem ſie ein verſchiedenes Quantum Sauerſtoffgas aus dem zerlegten Waſſer zurückbehalten, und den freien Waſſerſtoff, in verſchiedenen Verhältniſſen ge-

mischt, als ätherisches Oehl frei lassen. Das respective Quantum des in den Blumen gebundenen Sauerstoffes und freiwerdenden Wasserstoffes modificirt dann die Farben der Blumen und ihren Geruch; abermahls ein auffallendes Beispiel, wie die Natur die verschiedenen Zwecke durch dieselben Mittel eben so geschickt erreicht, als dabei zugleich Mannichfaltigkeit zur Einheit verbindet, um vollkommen und schön zu seyn. Dieses ließe sich noch durch mehrere Anwendungen darthun, allein auch ohne diese Untersuchungen hoffe ich für die Erweiterung der Wissenschaft vorerst genug gethan zu haben, wenn es mir gelungen ist, das schwere Problem über die Entstehung des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft zu lösen.

VIII.

EINIGE BEMERKUNGEN

über Hrn. Prof. Gerstner's *Theorie der Wellen, über Beobachtungen* Ramond's, *das Barometer betreffend, und über die Wolken,*

vom

Dr. Brandes zu Eckwarden.

Aus Briefen an den Prof. Gilbert.

— — Ueber die *Wellen* mögte ich gern etwas recht Gründliches und Vollständiges *lesen*, aber nicht *schreiben*. Die Sache hat für mich das gröſste Interesse, aber die Wellen sind so schlüpfrig, schnell und wogend, daſs sie dem Beobachter unter den Augen entweichen, ohne daſs man sie auch nur mit den Gedanken festhalten kann. Die Theorie des Hrn. Prof. Gerstner in Prag verdiente sehr den Platz, den Sie ihr in den *Annalen* [1809. St. 8.] eingeräumt haben; ich halte sie für den glücklichsten Gedanken, der je über die Wellen gedacht ist; aber er erschöpft die Materie noch nicht ganz. Ich habe in meiner Bearbeitung der Eulerschen hydrodynamischen Abhandlungen etwas von dem gesagt, was hier noch fehlt und was auch ich nicht zu ersetzen weiſs. Dahin gehört, daſs Hr. Gerstner das Fortlaufen der Wellen nicht vollkommen erklärt. Man müſste überdies bei den Wellen,

welche auf dem Meere vorkommen, nothwendig auf den Anstoss des Windes Rücksicht nehmen, der sie forttreibt. Aber dieser Anstoss hebt, so viel ich einsehe, das einfache schöne Grundgesetz der Gerstner'schen Theorie ganz auf. Denn es muss, wenn ich nicht sehr irre, dieser Druck in der Oberfläche an der Windseite stärker seyn, als an der vom Winde abgekehrten Seite, und dieser Ueberschuss wird wohl nicht ganz auf das Forttreiben verwandt, sondern auch auf die Bestimmung der Gestalt. Für die Praxis, besonders auch für den Deichbau, wären Versuche über die Kraft der überschlagenden Wellen sehr interessant, und solche Versuche scheinen mir nicht gerade unmöglich zu seyn; aber sie erfordern Vorrichtungen, die eine gewisse Solidität haben müssen, um dem Stosse genug zu widerstehen, und die sich auch ziemlich leicht müssen transportiren lassen, um sie schnell an die passende Stelle zu bringen. Die Untersuchung würde aber immer grosse Umsicht, Geschicklichkeit und Geduld erfordern, und endlich doch vielleicht nicht ganz zu Resultaten führen, weil es zu schwer seyn mögte, alles ganz genügend einzurichten.

Eine Berichtigung hätte ich beigefügt gewünscht. Hr. Prof. Gerstner sagt (Ihre *Annal. N. F.* B. 2. S. 417.), es sey schon vorläufig gewiss, dass die *Linie gleicher Drucke*, für welche er die Gleichung aufsucht, mit dem Wege jedes Theilchens einerlei ist. Dieses müsste also allemahl der

Fall seyn, welches nicht richtig ist; denn bei allen andern Bewegungen geht jedes Theilchen nach Stellen hin, wo es einen andern Druck leidet, als zuvor. Auch ist es nicht ganz genau, wenn Hr. Gerstner sagt, der Druck sey an beiden Seiten dieser Linie gleich. Eigentlich ist er das nicht; denn wenn er in $AMB = p$ ist (Fig. 4. Taf. IV.), so geht er in amb in $p + dp$ über. Dieses alles findet Hr. Gerstner selbst nachher; er hat also nur darin sich ein wenig übereilt, dass er nicht zu Anfange *als eine willkührliche Voraussetzung* annimmt, dass die Linie der gleichen Drucke p mit dem Wege der Theilchen übereinstimme. Dieses und einiges anderes habe ich in meiner Bearbeitung von Euler schon bei Gelegenheit der Gerstner'schen Theorie gesagt, die ich dort nach meiner Art dargestellt habe.

Auch die Anwendung, welche Hr. Gerstner S. 440. von seiner Theorie auf den *Wasserbau* macht, räume ich nicht ganz ein. Die Theorie gilt nur für Wellen, die ganz frei fortgehen; also nur allenfalls für den Druck, den ein einzeln im freien Ströme stehender Pfahl leidet; aber schwerlich für ein langes Ufer, wo die Bewegung gänzlich gehemmt und irregulär gemacht wird. Ueberdies sind es vorzüglich die überschlagenden Wellen, die bei ihrem, durch den Sturm noch heftiger gemachten Sturze den Ufer- und Wasserbauen gefährlich werden, und diese liegen ganz ausser den Gränzen der Theorie. Re-

gulâre Wellen kommen bei Sturm faſt nie am Ufer, weil, wenn die Untiefe ihre Bewegung ſtört, ſie allemahl oben ſchneller als unten fortgehen und endlich überſtürzen, und da, wo der Grund tief genug iſt, doch der Schlag an das Ufer zurückgehende Wellen hervorbringt, welche die ankommenden ſtören und ſpitzer, höher und gefährlicher machen.

Sie haben im 6. Stücke Ihrer Annalen, Jahr 1809 (*N. F.* B. 2. S. 222.) eine Abhandlung des Hrn. Ramond über das *Höhenmeſſen mit dem Barometer* im Auszuge mitgetheilt, in welcher unter andern aus den Beobachtungen gefolgert wird, daſs Barometermeſſungen, die man früh Morgens, oder ſpät Abends anſtellt, die Höhen zu klein geben. Es iſt mir aufgefallen, daſs Hr. Ramond hierfür keinen Grund aufſucht. Mir ſcheint dieſe Anomalie aus folgenden Betrachtungen erklärlich zu ſeyn.

Bezeichnet man den Druck der Luft, oder den Queckſilberſtand in der unbeſtimmten Höhe z mit p, und in der Höhe $= 0$ mit a, und ſetzt man die ſpecifiſche Elaſticität der Luft bei der unten Statt findenden Wärme $= \frac{a}{b}$, hingegen bei der in der Höhe z Statt findenden Wärme $= \frac{a}{b}\left(1+\frac{r}{c}\right)$; ſo iſt $log. \frac{a}{p} = \frac{b}{a}\int\frac{dz}{1+\frac{r}{c}}$, wobei r den Unterſchied der Thermometerſtände in den Höhen 0 und z; c aber eine beſtändige an-

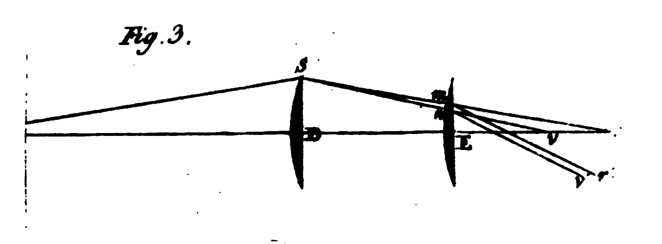
Taf. IV.

m

l.

N E G H

Fig. 3.



G

Fig. 6.

H

I

man in diesem Falle, der gerade Morgens und Abends Statt findet, die Höhen zu klein, wenn man auf die Gestalt der Wärmescale nicht sieht. Daſs aber früh Morgens und ganz vorzüglich bei Sonnenuntergang die Wärme in geringen Höhen gröſser als dicht an der Erde ist, beweisen Pictet's, Six's und meine eigenen Beobachtungen. Ich glaube daher, daſs es gar keiner andern Hypothesen zu Erklärung dieser Erfahrung bedarf. Auch das, daſs man im Sommer, zumahl an heiſsen Tagen, die Höhen gröſser findet, als im Winter (*Ann. N. F.* II, 223.), läſst sich auf dieselbe Weise erklären. Alsdann nämlich hat die Wärmescale etwa eine solche Gestalt, wie *GHI* Fig. 6. Taf. IV. (obgleich nicht so stark gekrümmt); und der Einfluſs, den jetzt das richtig genommene Integral hat, stimmt gerade mit Ramond's Bemerkung überein.

Da das Gesetz der Wärme-Abnahme in geringen Höhen so sehr variabel ist, zu jeder Tagesstunde anders, so müssen hierdurch an einem feststehenden Barometer, welches sich in einiger Höhe befindet (wären es auch nur 20 Fuſs), Variationen der Quecksilberhöhen hervorgebracht werden. Bleibt nämlich unmittelbar an der Erde der Druck constant, so muſs in jener Höhe das Barometer um Mittag (nach Anbringung aller Correctionen) niedriger stehen, als Abends, und es würden sich hieraus die Seite 224. Ihrer *Annalen* erwähnten täglichen Variationen des Barometers

ters vielleicht völlig erklären lassen, wenn man wüsste, wie die Wärmescale sich während der Nacht ändert. Hierüber aber sind mir keine Beobachtungen bekannt, da die von Six unvollkommen sind. — So würde man vielleicht den vertikalen Strömungen, aus denen Hr. Ramond alles dieses erklären will, und deren Einfluss mir unbedeutend scheint, gar nichts hierbei zuzuschreiben nöthig haben.

Ich weiss nicht, ob diese Bemerkungen neu sind, ich erinnere mich aber nicht, sie irgendwo gefunden zu haben.

Gegen die mathematischen Begriffe von der *Entstehung der Wolken und des Regens*, die Hr. Soldner in eben diesem Hefte Ihrer *Annalen*, S. 214. vorträgt, muss ich noch ein Wort sagen. Könnte man die Wolken bloss aus hygrometischer Feuchtigkeit (wenn ich diesen unbequemen Ausdruck gebrauchen darf) erklären, so wäre nicht einzusehen, wie aus einer Gewitterwolke ganze Centner von Wasser herab kommen können, während dicht dabei die Luft ganz blau ist, und also gar keinen niedergeschlagenen Dunst enthält. Auch sagt man ja, dass da, wo Wolken sich bilden, der Dunst gleichsam sprydelnd, also plötzlich entstehend, erscheint, und lange nicht so leise, wie etwa der Thau am Sommerabend.

Unter dem vielen Räthselhaften, was die Wolken darbieten, scheint mir Folgendes besonders auffallend. L. Howard bemerkt in seinem

Auffatze über die Modificationen der Wolken, in diesen *Annalen*, J. 1805. St. 10. (B. 21. S. 136.), daſs die Wolken, ehe ſie zum Regnen reif ſind, ein ſcharf begränztes Anſehen haben, aber ihr ganzes Anſehen ändern, wenn es anfängt zu regnen. Ich ſah neulich eine gewiſs Meilen lange Wolke am nordweſtlichen Horizonte ſtehen, von der noch keine Regenſtreifen herabgingen, die alſo noch nicht regnete; ihr Anſehen war oberwärts gut begränzt, mit ſcharfen Umriſſen, unten ging ſie bis an den Horizont. Nach einiger Zeit fing eine kleine Stelle in der Mitte an zu regnen, bald mehrere Stellen, und ſchnell nach dieſem Anfange des Regnens ward der obere Rand der Wolke ganz verwaſchen, völlig ſo, wie Howard es beſchreibt, nur daſs ich dieſe verwaſchenen Auswüchſe nicht *Cirros* genannt haben würde, da ſie mit dieſen ſelten völlige Aehnlichkeit haben. Dieſe ſonderbare Erſcheinung iſt mir ganz unerklärlich, und es ſcheint mir, daſs ſie deutlich zeige, daſs der Regen kein bloſses Zuſammenlaufen der Dunſtbläschen in Tropfen iſt.

Ungünſtige Umſtände hindern mich auch dieſes Jahr, meine Beobachtungen über die irdiſche Strahlenbrechung fortzuſetzen. Indeſs iſt mein Entſchluſs nicht aufgegeben, mein Möglichſtes an dieſen Beobachtungen zu thun; erſt wenn dieſes geſchehen iſt, werde ich die Vergleichung derſelben mit der Theorie anſtellen und bekannt machen, wenn nicht etwa Hr. Prof. Kramp, der mein Buch einer beſondern Aufmerkſamkeit ge-

würdigt hat, mir zuvorkommt. Eine Darstellung der La Place'schen Theorie *der Refraction* in einem andern Gewande hatte ich schon längst zum Anfange des zweiten Bandes bestimmt, da ich indess diese Arbeit noch nicht ausgeführt habe, so kann ich für das Gelingen nicht gut sagen. Alsdann würde sich versuchen lassen, aus ihr, (die für die Annalen immer noch zu analytisch seyn dürfte,) einen populären Auszug zu machen. Da uns indess in einer Lehre, wo bloss von Anziehungen und unendlich kleinen Abständen die Rede ist, die geometrischen Erläuterungen verlassen, so hege ich einige Zweifel an der Ausführbarkeit dieses Vorhabens.

IX.

Einige Höhenmessungen am Rheine, aus einem Schreiben des Hrn. Prof. Benzenberg,

im Intell. Blatt der Jen. Lit. Zeit. 6. Dec. 1809.

Düsseldorf, 1. Nov. 1809.

Ich komme eben von einer kleinen Reise nach dem *Siebengebirge* und dem *Lacher-See* zurück, wo ich mit zwei von Hrn. Loos in Büdingen verfertigten Barometern die Höhe mehrerer merkwürdiger Punkte bestimmt habe. Das eine ist ein Gefäss-Barometer, das andere ein Heber-Barometer, und beide haben Scalen, die mit Flussspathsäure unmittelbar auf das Glas geätzt sind. Diese Reise-Barometer des Hrn. Loos kann ich jedem Reisenden empfehlen. Sie sind mit einer Sorgfalt verfertigt, die man in Deutschland, wenigstens bis jetzt, noch nicht kannte. Die Höhenmes-

fungen, welche mit ihnen auf denselben Bergen an verschiedenen Tagen gemacht wurden, wichen nur 8 bis 10 Fuss von einander ab. Die Rechnung wurde nach den Kramp'schen Formeln geführt. — — Vorüberziehende Schnee- und Hagel-Wolken änderten den Barometerstand in ein Paar Minuten um 0,3 Lin. Uebrigens gehören die Messungen mit dem Barometer zu den angenehmsten in der praktischen Geometrie, seitdem die Barometer so einfach und so genau sind, und seitdem die ganze Rechnung fast in weiter nichts, als einem einzigen Multiplications-Exempel besteht.

Der *Lacher-See*, ein vormahliger Krater, liegt nur 2 Stunden von Andernach und 666 par. Fuss über dem Rheine. Man braucht 2 Stunden, um ihn zu umgehen; seine Fläche beträgt 1300 Morgen, seine Tiefe 200 Fuss; er hat 40 Quellen und friert fast nie zu. — — Er ist, so wie die Vulkane im Monde, mit einem hohen Wallgebirge umgeben, an dessen Abhange die ehemahlige Abtei Lach liegt. Der *Gänsehals*, ein Berg, 1 St. vom Lacher-See, hat eine Höhe von 1460 Fuss über dem Rheine bei Andernach.

Das *Siebengebirge* ist 600 Fuss niedriger, als Herr Geh. R. Nose und alle Reisebeschreiber, die ihm gefolgt sind, es angeben. Der *Drachenfels* und die *Wolkenburg* haben eine Höhe von 836 Fuss über dem Rheine; sie liegen dem Strome am nächsten. Die beiden höchsten, der *Oehlberg* und die *Löwenburg*, haben 1170 Fuss Höhe über dem Rheine.

Die Wipper liegt zu Elberfeld noch über 200 Fuss höher, als bei ihrem Ausflusse in den Rhein unterhalb Opladen. — — Die Bergwasser in unsern Fabrikgegenden haben ein ausserordentlich starkes Gefälle. Auf der kleinen Strecke von Wipperfurth bis Elberfeld stieg das Queckfilber im Barometer über 4 Linien. — —

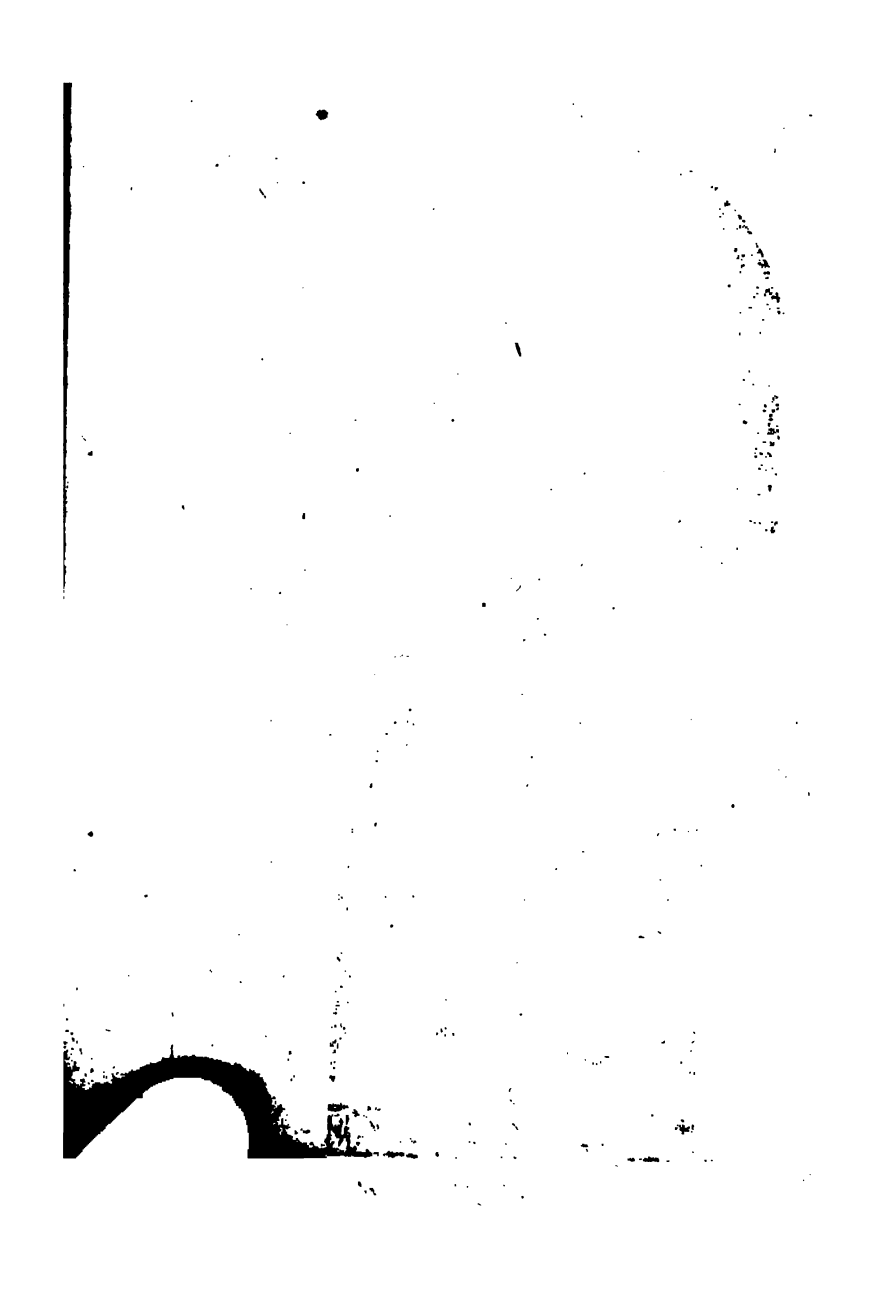
Taf. IV.

Fig. 3.

Fig. 6.

Fig. 1.

Fig. 2.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1810, VIERTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

der Camera Lucida, eines zum Aufnehmen von Gegenden und zum verkleinernden oder vergröſsernden Nachzeichnen beſtimmten Inſtruments,

von

W. H. WOLLASTON, M. D.

Secretär der Londner Societät.

Frei überſetzt von Gilbert.

Ich bin in der Kunſt des Zeichnens wenig erfahren, verſuchte aber doch vor Kurzem, einige intereſſante Ausſichten zu meinem Vergnügen aufzunehmen. Dieſes führte mich ſehr natürlich darauf, über die leichteſte und bequemſte Art nachzudenken, wie ſich die Gegenſtände vor mir, nach ihrer ſcheinbaren gegenſeitigen Lage, auf das Papier bringen laſſen; und ich darf hoffen, daſs das Inſtrument, welches ich zu dieſem Zwecke angegeben habe, ſelbſt denen, welche in der Kunſt zu zeichnen geſchickter ſind als ich, nicht unwill-

kommen ſeyn werde, da es viele Vorzüge vor der *Camera Obſcura* beſitzt.

Man wird die Gründe der ganzen Einrichtung am deutlichſten überſehen, wenn ich umſtändlich erzähle, wie ich Schritt vor Schritt zu derſelben gekommen bin.

Man lege vor ſich auf einen Tiſch ein Blatt Papier, ſehe ſenkrecht auf daſſelbe herab, und bringe über daſſelbe in geneigter Lage eine ebene Glasſcheibe, ſo daſs ſie mit dem Tiſche, nach dem Beobachter zuwärts, einen Winkel von 45° bilde. Man ſieht dann in der Glasſcheibe die vorliegende Gegend ſich ſpiegeln, und erblickt ſie in derſelben Richtung, in welcher man durch das Glas das Papier gewahr wird. Es lieſse ſich folglich von ihr leicht eine Skizze auf das Papier entwerfen; in dieſer Zeichnung aber würden die Gegenſtände in verkehrter Lage, das heiſst, was rechts iſt, links, und was links iſt, rechts erſcheinen.

Um die Gegenſtände in ihrer richtigen Lage zu ſehen, bedarf man zweier Zurückwerfungen. Die durchſichtige Glastafel muſs folglich dann nur um die Hälfte von 45 Grad gegen den Tiſch geneigt werden, damit ſie die Gegend einer zweiten, höher liegenden, und gegen ſie um einen gleichen Winkel geneigten Glastafel zuwerfe, und wenn nun die Strahlen von dieſer in das ſenkrecht darüber befindliche Auge kommen, ſo erſcheint die Gegend wiederum auf dem Papiere auf derſelben Stelle, jetzt aber richtig, und nicht, wie zu-

vor, verkehrt. Man sieht sie auf diese Art mit hinlänglicher Deutlichkeit, um die vornehmsten Lagen auf dem Papiere bemerken zu können.

Da indess der Bleistift und die Gegenstände, welche mit demselben gezeichnet werden sollen, in sehr verschiedenen Entfernungen vom Auge sind, so vermag man nicht beide zugleich mit Deutlichkeit zu sehen. Das widerstreitende Bestreben, sich so einzurichten, dass jenes, und dass auch diese mit Deutlichkeit erscheinen, ist auf die Länge für das Auge schmerzhaft. Diesem läfst sich dadurch abhelfen, dass man das Papier und den Bleistift durch eine erhabene Glaslinse beschauet, von einer solchen Brennweite, dass keine andere Einrichtung des Auges nöthig ist, als die, bei der es die entferntesten Gegenstände deutlich sieht. Diese zeigen sich dann nicht blofs in der *Richtung*, in der man das Papier sieht, sondern das Papier erscheint auch so, als hätte es mit ihnen einerlei *Entfernung*, daher sie sich alsdann mit Leichtigkeit und in aller Genauigkeit auf dem Papiere nachzeichnen lassen. Fig. 1. Taf. V. stellt diese Einrichtung dar: *ab* ist das durchsichtige Glas; *bc* der untere Reflector; *bd* eine convexe Glaslinse von 12 Zoll Brennweite; nach *e* zu ist das Auge, und *fghe* stellt den Gang der Strahlen vor.

In manchen Fällen ist eine andere Einrichtung vorzuziehen. Für Kurzsichtige ist das convexe Glas nicht brauchbar; sie bedürfen vielmehr

eines Hohlglases, um die entfernten Gegenstände mit Deutlichkeit zu sehen. In Fig. 3. stellt *ik* die Fassung eines Hohlglases vor, welche sich um dieselbe Axe *h* drehen läſst, als die Fassung *lm* eines Convexglases. Je nachdem das Auge dessen, der das Instrument gebrauchen will, kurzsichtig oder weitsichtig ist, wird jenes oder dieses Glas in die gehörige Lage vor das Instrument gedreht. Diejenigen, deren Auge beinahe vollkommen ist, können nach Belieben das eine oder das andere dieser Gläser gebrauchen.

In dieser Figur stellt *gg* das Instrument selbst vor. Es weicht, wie man sieht, von der eben gegebenen Beschreibung sehr ab, mit der ich mit Fleiſs angefangen habe, weil die Wirkung der Reflectoren, wie sie in derselben angegeben ist, allgemeiner verstanden wird, als die, auf welcher die Einrichtung des Instruments beruht. Wer indeſs in der Optik nicht fremd ist, wird leicht den Vorzug prismatischer Reflexion für diesen Fall übersehen. Bekanntlich ist die brechende Kraft des Glases so groſs, daſs wenn ein Lichtstrahl, der in ein massives Stück Glas hinein getreten ist, um wieder hinaus zu treten, auf eine der Oberflächen so auffällt, daſs er gegen dieselbe unter einem Winkel von nur 22 bis 23 Grad geneigt ist [mit dem Einfallslothe also einen Winkel von 67 bis 68° macht], das Glas kein Lichttheilchen durch diese Oberfläche hinaustreten läſst, sondern den ganzen Strahl zurück wirft, so daſs die Glasfläche

in diesem Falle zu dem hellsten und lichtstärksten Reflector wird, den man nur finden kann.

In Fig. 2. sieht man den Querschnitt eines solchen soliden prismatischen Glaskörpers, in dessen Innerem beide Zurückwerfungen, auf welche es hier ankommt, vor sich gehen, die eine an der Oberfläche *ab*, die andere an der Oberfläche *bc*, so dass der Lichtstrahl *fg*, nachdem er zum ersten Mahle in *g* und zum zweiten Mahle in *h* zurück geworfen worden, in der auf seinem anfänglichen Wege *fg* senkrechten Richtung *he* in das Auge kommt.

Bei dieser Einrichtung ist noch ein Umstand zu beachten, den ich hier erläutern muss. Wenn die Reflexion von einer durchsichtigen Glasebene bewirkt wird, so sind die Gegenstände, welche hinter ihr liegen, (haben sie nur Licht genug) durch sie hindurch eben so gut zu sehen, als das reflectirte Bild. Dieses findet nicht Statt, wenn man sich des prismatischen Reflectors bedient, da er kein Licht in gerader Richtung durch sich hindurch läst. Man muss dann, um auf die Gegenstände zu sehen, welche hinter demselben liegen, das Auge nothwendig so stellen, dass die obere Schneide des Prisma nur von einem Theile der Pupille die Strahlen der hinter dem Prisma befindlichen Gegenstände abhält, wie das der Fall ist, wenn *e* die Pupille bedeutet. Um zu verhindern, dass man nicht im Nachzeichnen des dargestellten Bildes unterbrochen werde, wenn man während des

Zeichnens das Auge, sich unbewusst, aus dieser Stelle verrückt, ist an dem Instrumente eine Vorrichtung angebracht, durch die sich die Menge des Lichts, welches von den abzuzeichnenden Gegenständen, und die, welche von dem Papiere kommt, mittelst eines kleinen Lochs reguliren läfst, welches in einer Messingplatte angebracht ist, die sich bei *c* (Fig. 3.) um eine Axe dreht. Durch dieses Mittel kann man das Instrument so adjustiren, dafs es jeder Ungleichheit der Helligkeit, die vorkommen dürfte, gemäfs ist.

Da sich das Instrument beim Nachzeichnen *sehr* nahe bei dem Auge befindet, so braucht es nur klein zu seyn. Ich habe aus mehrern Gründen der kleinsten Gröfse, in der es sich mit Genauigkeit ausführen läfst, den Vorzug gegeben, und es in einem so kleinen Formate erhalten, dafs die Oeffnung der Linsen mehr nicht als $\frac{1}{4}$ Zoll beträgt.

Die ursprüngliche Absicht bei diesem Instrumente ging zwar bloss dahin, das Zeichnen der Gegenstände in der wahren Perspective zu erleichtern; doch ist dieses nicht der einzige Gebrauch, der sich davon machen läfst. Dieselbe Vereinigung von Reflectoren läfst sich mit gleichem Vortheile anwenden, gegebene Zeichnungen zu copiren, und ein Anfänger im Zeichnen kann sich mittelst ihrer wenigstens einen genauen Umrifs eines abzuzeichnenden Gegenstandes verschaffen. Man stelle zu dem Ende die zu copirende Zeichnung vor

dem Inſtrumente in einem Abſtande, der ſo genau als möglich der Entfernung des Papiers, worauf gezeichnet werden ſoll, von der Augenhöhle gleich ſey; die Copie, die man macht, wird dann von einerlei Gröſse mit der Zeichnung, und man bedarf keiner Glaslinſe, um die Gegenſtände und den Bleiſtift mit gleicher Deutlichkeit zu ſehen.

Bei ſchicklicher Anwendung leiſtet dieſes Inſtrument überhaupt alles, wozu man den Storchſchnabel braucht. Eine Zeichnung läſst ſich mittelſt deſſelben nach jedem beliebigen Verhältniſſe verkleinern; man braucht ſie zu dem Ende nur ſo vielmahl entfernter als das zum Zeichnen beſtimmte Papier von dem Inſtrumente zu ſtellen, ſo vielmahl kleiner ſie werden ſoll. In dieſem Falle bedarf man einer Glaslinſe, damit das Auge in dieſen beiden ungleichen Entfernungen zugleich deutlich ſehen könne *); und damit Eine Linſe zu allen dieſen Abſichten ausreiche, iſt es gut, den Stand des Inſtruments in eben dem Verhältniſſe zu erhöhen, in welchem die Zeichnung verkleinert werden ſoll.

Die Gründe, auf welchen die gehörige Adjuſtirung der Höhe des Stativs beruhet, haben keine Schwierigkeit für jeden, der an optiſche Betrachtungen gewöhnt iſt. So wie man bei dem Aufnehmen einer Gegend nach der Perſpective, die

*) Aus dem Folgenden erhellet, daſs dieſe Linſe wie in Fig. 2. geſtellt wird. *Gilbert.*

von Punkten im Papiere ausgehenden Strahlen dadurch *parallel* macht, dafs man vor dem Papiere eine Glaslinie in dem Abstande ihrer Brennweite stellt, weil die Strahlen, welche von Punkten der entfernten Gegenstände in das Auge kommen, *parallel* sind; eben so müssen in dem Falle, wenn die durch Reflexion erscheinenden Gegenstände so wenig entfernt sind, dafs die Strahlen, welche von einem Punkte derselben ausgehen, eine gewisse *Divergenz* haben, — die Strahlen, welche von Punkten des Papiers kommen, dieselbe Divergenz erhalten, damit man sie bei einerlei Einrichtung des Auges deutlich erkennen könne; und zu dem Ende muss in diesem Falle der Abstand der Linse von dem Papiere kleiner als ihre Brennweite seyn. Auf dem Stativ des Instruments sind in dieser Absicht die Stellen bemerkt, bei welchen die zusammen gehörigen Vereinigungsweiten (*conjugate foci*) in den Verhältnissen von 2 oder 3 oder 4 zu 1 stehen, so dafs man bei jedem dieser Stände deutlich sieht, wenn man die Zeichnung so vielmahl weiter als das zum Abzeichnen bestimmte Papier vom Auge stellt, als diese Zahlen angeben.

Wenn man die convexe Linse vor die Vorderseite des Instruments dreht, und das Verhältnifs der Entfernungen umkehrt, so lassen sich die im Kleinen gemachten Skizzen eines Künstlers mit aller Genauigkeit, die man wünschen mag, vergröfsern. Auf dieselbe Art können Naturforscher

ſehr kleine Gegenſtände in jeder beliebigen Vergröſserung zeichnen.

Da die *Camera Obſcura* die Hauptabſicht dieſes Inſtruments ſchon einigermaſsen erfüllt, ſo muſs ich hier noch die *Camera Lucida* in dieſer Hinſicht mit ihr vergleichen. Man tadelt an der *Camera Obſcura*

Erſtens; daſs ſie zu groſs und unbeholfen iſt, als daſs man ſie bequem mit ſich führen könne. Die *Camera Lucida* iſt ſo klein und tragbar, als ſich nur immer wünſchen läſst.

Zweitens. In der erſtern erſcheinen alle Gegenſtände, welche nicht dicht um den Augenpunkt liegen, mehr oder weniger verzerrt. In der *Camera Lucida* findet dagegen gar keine Verzerrung Statt; jede gerade Linie, ſie ſey noch ſo entfernt von dem Augenpunkte, zeigt ſich in ihr eben ſo gerade, als dicht am Augenpunkte.

Drittens. In der *Camera Obſcura* iſt der Geſichtskreis, innerhalb deſſen man deutlich ſieht, 30° oder höchſtens 35°. In der *Camera Lucida* laſſen ſich dagegen in einer einzigen Ausſicht 70 bis 80° umfaſſen.

Da ich es für rathſam gehalten habe, den ausſchlieſslichen Verkauf dieſes Inſtruments durch ein Patent zu ſichern, ſo benachrichtige ich die, welche ſich daſſelbe anſchaffen wollen, daſs Herr N e w m a n n (*Soho Square*, *Nr.* 24.) jetzt den Verlag deſſelben hat.

II.

VERSUCHE
über die Mischungen prismatischer Farben,
vom
Professor Lüdicke in Meissen.

Dritte und letzte Abtheilung.

9. *Newton'scher Versuch eines Gesetzes.*

Schon Newton *) hat eine sinnreiche Methode angegeben, wie sich aus der gegebenen Menge und Beschaffenheit gewisser Hauptfarben die Farbe der aus ihnen zusammengesetzten Mischung bestimmen läst. Er trug nämlich alle 7 Farben nach ihren Verhältnissen in Sectoren einer Scheibe und suchte den gemeinschaftlichen Schwerpunkt mehrerer Farben, welcher der Menge der Strahlen einer jeden Farbe angemessen war; diejenige Farbe, in deren Sector dieser Schwerpunkt fiel, war nun der Effect jener Farben. In einem kleinen Kreise um den Mittelpunkt dachte er sich Weiss, in das der gemeinschaftliche Schwerpunkt aller Farben fallen musste. Hierdurch konnte nun der Effect sehr vieler Farben, vorzüglich derer, wo er die mittlere Farbe ist, bestimmt werden; allein in andern Fällen, wo die Farben im

*) *Optiks*, L. I. P. 2. prop. 5. exp. 15. *L.*

Kreise einander gegenüber liegen, z. B. bei *ci*, *em*, *fa* nach meiner Bezeichnung (oben S. 8.), würde er sehr nahe Weiss seyn müssen, welches mit den Versuchen nicht überein kommt. Martin *) führt diesen Versuch weiter aus, und belegt ihn mit Beispielen, ohne dieser Abweichung von der Erfahrung zu gedenken. Dahingegen hält Newton selbst **) diesen Versuch nur für ein Spielwerk, woraus man wenig Nutzen zur Erklärung dieser Naturbegebenheit ziehen könne, weil alle weisse Farben, welche die Natur erzeuge, alle Gattungen von Strahlen enthalten.

10. *Theorie des Herrn* Voigt.

Der verstorbene Voigt ***), der in dieser Abhandlung schon mehrmahls von mir erwähnt worden, hatte sich mit vielem Scharfsinne bemühet, eine Theorie der Mischungen der Farben anzugeben und ein Gesetz derselben durch Rechnung auszudrücken. Er setzte voraus: die Menge des zurückstrahlenden Wärmestoffs in einer gemischten Farbe sey gleich der Summe der Quantitäten des zurückstrahlenden Wärmestoffs in den einzelnen Farben; nachher bemerkte er noch, dass er die Farben, wenn er von ihnen im Allgemeinen rede, von gleicher Intensität annehme. Indem er sich nun auf die Versuche gründet, dass Gelb aus

*) *Philos. Britan.* P. 2. S. 514. der deutschen Uebers. *L.*

**) *Optiks*, L. I. P. 2. pr. 6. *L.*

***) Im neuen Journal der Phys. von Gren, 3. B. 3. St. *L.*

gleichviel Roth und Grün, Blau aus gleichviel Grün und Veilchenblau, und Weifs aus Roth, Grün und Violet entstehe; indem er ferner 2 Coëfficienten annimmt, und die Quantität des Wärmestoffs für Weifs = 1 fetzt: fo findet er (bei Gren S. 265.) nach der angestellten und beigefügten Rechnung den zurückstrahlenden Wärmestoff

bei Weifs	= 1	bei Blau	= 0,34
— Roth	= 0,43	— Violet	= 0,00666
— Gelb	= 0,7633	— Schwarz	= 0
— Grün	= 0,3333		

In der Folge bemerkt er (S. 267.): es werde die Menge des zurückstrahlenden Wärmestoffs bei den Farben in folgender Ordnung geringer: Weifs, Gelb, Roth, Grün, Braun, Stahlgrün, Grau und Schwarz; und überhaupt habe jede Farbe desto mehr zurückstrahlenden Wärmestoff, je heller fie ist. Ferner fchliefst er nach feiner Hypothefe aus der hier gefundenen Menge des Wärmestoffs und aus den Verfuchen von Darwin *), (nach welchen rothe Seide ein grünes Spectrum, grüne ein rothes, gelbe ein violettes, und violette ein gelbes Spectrum gaben,) es empfinde das Auge blofs das arithmetifche Verhältnifs der Quantitäten des Wärmestoffs bei den Farben, und man beurtheile die Eindrücke der Farben oder die Eindrücke der Quantität ihres Wärmestoffs blofs nach der Proportion, deren Summe der äufsern und

*) S. Gehler's phyf. Wörterbuch. 5. Th. S. 391—393.

mittlern Glieder eine constante Gröfse ist, nämlich die Summe der Quantität des Wärmestoffs im rothen und grünen Lichte. Das Gesetz der beständigen Summe der äufsern und mittlern Glieder in der arithmetischen Proportion bei Vergleichung der Farben, gab ihm nur ein Mittel an, die Verhältnifszahl des Wärmestoffs im Orangegelben und Dunkelblauen zu finden, indem er annahm, dafs Orangegelb mehr Wärmestoff als Blau zurückstrahle. Und so fand Herr Voigt für die prismatischen Farben folgende Quantitäten des zurückstrahlenden Wärmestoffs:

bei Gelb	= 0,7633	bei Grün	= 0,33333
— Roth	= 0,43	— Dunkelblau	= 0,29337
— Orange	= 0,42333	— Violet	= 0,00666
— Blau	= 0,34		

Diese Theorie wendet er alsdann auf die Erklärung und Berechnung farbiger Schatten und auf andere Erscheinungen an, welche ich hier der Kürze wegen übergehen mufs.

Gegen diese übrigens scharfsinnige Theorie, welche ich mit Vorsatz erst aufmerksam durchgelesen habe, nachdem ich die meinige beendigt hatte, dürften sich folgende Zweifel erheben lassen: Sie enthält mehrere, zwar sehr geschickt, doch willkührlich angenommene Voraussetzungen. Es ist ferner noch nicht hinlänglich erwiesen, vielmehr sehr zu bezweifeln, dafs 3 oder 4 Farben ein so vollkommen reines Weifs, als alle Regenbogenfarben vereinigt hervor bringen. Der

Lichtstoff ist endlich bei der Berechnung ganz übergangen und bei allen Farben gleich gesetzt worden, welches der Erfahrung zuwider ist, nach welcher das zurückstrahlende Licht bei Gelb und Roth am grössten und bei Violet am kleinsten seyn muss, aber nicht mit den Verhältnisszahlen übereinstimmen kann, welche oben für die Quantitäten des zurückstrahlenden Wärmestoffs angegeben worden sind.

11. *Neue Theorie der Farbenmischungen.*

Dass ich mich bei Aufsuchung einer Theorie der Farbenmischungen lediglich von der Erfahrung würde leiten lassen dürfen, dazu machten mir die beträchtliche Anzahl meiner Versuche und die aus denselben gezogenen Folgerungen Hoffnung. Da jedoch eben diese grosse Anzahl die Untersuchungen bei einer vorläufig angenommenen Formel ausserordentlich vervielfältigt haben würde, so war ich zuvörderst bemühet, unter den Versuchen, welche die bestimmtesten Effecte gaben, diejenigen auszuwählen, von welchen die übrigen abzuhängen schienen und welche der Theorie vorläufig zur Grundlage dienen konnten. Nicht weniger nothwendig war die Annahme einer *Zahlenreihe für die Effecte*, welche also die einzige hypothetische Reihe war, im Fall sie nicht von den Versuchen abhängig gemacht werden konnte.

Diese Effecte, welche die Farben oder deren Mischungen dem Auge darbieten, mögen nun als Schwingungen, oder als Reize; oder als chemische Verwandtschaften, oder wie man sonst will, betrachtet werden, auf jeden Fall ist es mir höchst wahrscheinlich, dass die Effecte der im prismatischen Farbenbilde nahe liegenden Farben mit wenig von einander verschiedenen Grössen, und die der entferntern Farben mit mehr von einander abweichenden Grössen ausgedrückt werden, und dass also die Zahlen, welche die einzelnen Effecte aller 12 Farben bezeichnen sollen, eine *Zahlenreihe* bilden müssen. Die bequemste und dieser Absicht angemessenste Zahlenreihe schien mir die der harmonischen Progression oder die für die Breiten der Farben angegebene Zahlenreihe zu seyn; wobei jedoch zu untersuchen war, ob sich diese Effecte wie die Breite selbst, oder wie ihre Quadrat- oder Cubik-Zahlen, oder wie ihre Quadrat- oder Cubik-Wurzeln, oder umgekehrt wie diese Ausdrücke verhalten. Nach vielen zum Theil weitläufigen Untersuchungen fand ich endlich, dass die Zahlenreihe für die Breiten, oder für die umgewendeten Breiten, oder überhaupt die Reihen, deren Exponent s^{-1} oder s ist, ganz allein brauchbar waren. Bei diesen Untersuchungen hatte ich in allgemeinen Ausdrücken zwei Reihen zum Grunde gelegt, deren Glieder als Elemente der ihnen zugehörigen Farben gelten sollten, nachdem ich gefunden hatte, dass eine

einzige Reihe nicht durchgängig die gewünschte Uebereinstimmung mit den sichern Versuchen darbot. Die Glieder der einen Reihe waren die unbekannten Grösen, welche bei Unterlegung der zu untersuchenden Formel aus den Versuchen gefunden werden mussten; die Glieder der andern Reihe wurden hingegen durch Hülfe der Effectenreihe hinlänglich bestimmt, so bald jene gefunden waren.

Es würde sehr ermüdend für den Leser und für mich seyn, wenn ich alle Formeln nebst ihren Aenderungen, welche ich mit den sichern Versuchen verglichen habe, hierher setzen sollte: nur diese hierbei gemachte Bemerkung kann ich nicht übergehen, dass alle diejenigen Ausdrücke, welche den Versuchen einigermasen entsprachen, eine Theilung des Farbenbildes voraussetzten, welche mit der Entstehung dieses Bildes aus zwei Hauptstrahlen sehr wohl übereinstimmt, und dass ich eben hierdurch bewogen wurde, die Entstehung des prismatischen Farbenbildes näher (unter 8. im vorhergehenden Hefte) zu untersuchen.

Das mit allen sichern Versuchen übereinstimmende Gesetz ist folgendes:

Die Effecte *einzelner* *Farben sind den Produkten der zugehörigen Glieder der beiden Elementarreihen gleich; und der Effect* *mehrerer* *Farben ist das Produkt aus dem geometrischen Mittel der zugehörigen Glieder der einen, in das arithmetische Mittel der zugehorigen Glieder der an-*

dern Reihe; wobei jedoch die Theilung des Bildes in Betrachtung gezogen werden muſs.

Die Glieder der aufgefundenen Elementarreihe hängen von ihrer Entfernung von dem Punkte ab, wo die Theilung des Bildes angeht und werden von da an um die Cubikwurzel aus ε kleiner. Die Reihen ſind daher folgende:

A	*B*	*C*	*D*
1	$\varepsilon^{4\frac{2}{3}}$	ε^{10}	$\varepsilon^{5\frac{1}{3}}$
ε	ε^{5}	ε^{11}	ε^{6}
ε^{2}	$\varepsilon^{5\frac{1}{3}}$	ε^{12}	$\varepsilon^{6\frac{2}{3}}$
ε^{3}	$\varepsilon^{5\frac{2}{3}}$	ε^{13}	$\varepsilon^{7\frac{1}{3}}$
ε^{4}	ε^{6}	ε^{14}	ε^{8}
ε^{5}	$\varepsilon^{6\frac{1}{3}}$	ε^{15}	$\varepsilon^{8\frac{2}{3}}$
ε^{6}	$\varepsilon^{6\frac{2}{3}}$	ε^{16}	$\varepsilon^{9\frac{1}{3}}$
ε^{7}	ε^{7}	ε^{17}	ε^{10}
ε^{8}	$\varepsilon^{6\frac{2}{3}}$	ε^{18}	$\varepsilon^{11\frac{1}{3}}$
ε^{9}	$\varepsilon^{6\frac{1}{3}}$	ε^{19}	$\varepsilon^{12\frac{2}{3}}$
ε^{10}	ε^{6}	ε^{20}	ε^{14}
ε^{11}	$\varepsilon^{5\frac{2}{3}}$	ε^{21}	$\varepsilon^{15\frac{1}{3}}$

Die Reihe *A* iſt die harmoniſche Progreſſion, wenn $\varepsilon^{12} = 2$ geſetzt wird. Von dem Gliede ε^{7} an nehmen alle Glieder der Reihe *B* um den Exponenten $\varepsilon^{\frac{1}{3}}$ ab und geben ſo die erſte Elementarreihe. Die Reihe *C* iſt die Reihe für die Effecte oder die der umgewendeten Breiten, deren Glieder, mit den Gliedern der Reihe *B* dividirt, die Reihe *D* oder die zweite Elementarreihe geben.

Die beiden Elementarreihen nebst den Logarithmen der ersten Reihe und der Reihe für die Effecte sind, in Zahlen ausgedrückt, folgende:

Erste Elementarreihe.	Logarithmen derselben.	Zweite Elementarreihe.	Strahlen.	Effecte und Farben.
n = 1,3093	0,1170671	a = 1,3608		a = 1,781 röthl. Violet.
p = 1,3348	0,1254291	b = 1,4142		b = 1,887 Violet.
q = 1,3608	0,1337910	c = 1,4697		c = 2,000 Indigo.
r = 1,3872	0,1421529	d = 1,5274	I	d = 2,118 Blau.
s = 1,4142	0,1505150	e = 1,5874		e = 2,244 Hellblau od. bläul. Weiss.
t = 1,4417	0,1588768	f = 1,6497		f = 2,370 bläul. Grün.
u = 1,4697	0,1672388	g = 1,7144		g = 2,529 gelbl. Grün.
v = 1,4983	0,1756008	h = 1,7818		h = 2,669 Paille oder gelbl. Weiss.
w = 1,4697	0,1672388	i = 1,9244	I	i = 2,828 Gelb.
x = 1,4417	0,1588768	k = 2,0785		k = 2,996 Orange.
y = 1,4142	0,1505150	l = 2,2449		l = 3,174 lichte Roth.
z = 1,3872	0,1421529	m = 2,4246		m = 3,363 Dunkelroth.
				3,563 lichte Violet od. Rosa.
				3,775 lichte Violet od. Rosa.
				4,000 lichte röthlich Blau.
				4,237 lichte Blau.
				4,489 sehr nahe Weiss.
				4,756 grünl. Weiss.
				5,039 gelbl. Weiss.
				5,139 Weiss, vollkommen.
				5,339 gelbl. Weiss.
				5,656 sehr lichte Gelb.

Die Glieder der erften Elementarreihe habe ich mit n, p, q u. f. w. bezeichnet, und zur leichtern Beftimmung des geometrifchen Mittels deren Logarithmen beigefügt. Die Glieder der zweiten Elementarreihe und die der Reihe für die Effecte find eben fo, wie die Farben felbft, mit a, b, c u. f. w. zur leichtern Ueberficht bezeichnet worden, weil hier fchwerlich eine Verwechfelung des Gegebenen mit dem Gefuchten Statt finden kann. Die Reihe für die Effecte geht auf ähnliche Art noch weiter fort, wie die Stahlfarben, mit deren Breiten fie fich in umgewendeten Verhältniffen befinden. Die hinzugefügten Glieder find die Effecte aller obigen obwohl viel lichtern Farben und enthalten zugleich das vollkommene Weifs. In der Columne mit der Ueberfchrift: Strahlen, find die beiden das Farbenbild hervorbringenden Hauptftrahlen, jeder mit 1 bemerkt, welche alsdann, wenn fie vereinigt wirken, in der Formel ausgedrückt werden müffen.

Diefe beiden auf das Prisma fallenden Hauptftrahlen wirken nämlich

1. *entweder jeder vor fich abgefondert.* In diefem Falle kann ein Strahl bis auf die fünfte, und wenn die beiden Grün hinzu kommen, bis auf die fiebente Farbe wirken. So ift der Effect

für $adg \quad = \frac{1}{3}(a + d + g)\sqrt[3]{(nru)}$,

für $abcdefg = \frac{1}{7}(a + b + c + d + e + f + g)\sqrt[7]{(npqrstu)}$,

für $hiklm \quad = \frac{1}{5}(h + i + k + l + m)\sqrt[5]{(vwxyz)}$,

und der Effect aller Farben besteht aus der Summe der beiden letzten Ausdrücke. Es wirkt jedoch auch nur ein Strahl, wenn das Mittel einiger Farben von dem Mittel anderer Farben innerhalb der siebenten Farbe liegt, jedoch unter der obigen Voraussetzung, dass die sämmtliche Anzahl der Farben nicht mehr als 7 ist. So ist z. B. der Effect

für $dfil = \frac{1}{4}(d + f + i + l)\sqrt[4]{(rtwy)}$.

2. *Oder die beiden Hauptstrahlen wirken vereinigt.* Alsdann können in einem Ausdrucke ebenfalls nicht mehr als 7 Farben begriffen seyn, und der Ausdruck muss wegen der beiden Strahlen mit 2 dividirt werden. So ist der Effect

für $adi = \frac{1}{2} w \sqrt{nr} \cdot [\frac{1}{2}(a + d) + i]$ und

für $abklm = \frac{1}{2}\sqrt{np} \cdot \sqrt[3]{xyz} \cdot [\frac{1}{2}(a + b) + \frac{1}{3}(k + l + m)]$.

Mit Hülfe dieser Formeln und der vorhin angegebenen 3 Reihen sind alle von mir angestellten Versuche berechnet worden. Die wenigen vorfallenden Abweichungen der berechneten Effecte von weniger bestimmten Versuchen werde ich genau bemerken.

12. *Vergleichung meiner Theorie mit den Versuchen.*

Von den zusammenhängenden Farben, deren Effecte die mittlern Farben waren, geben die *ersten 22 Versuche* ebenfalls das Mittel nach der Berechnung, welches schon aus der hier gebrauch-

ten Formel sichtbar ist. So ist z. B. der Effect für f bis $m = \frac{1}{7}(f + g \cdots l + m)\sqrt[2]{(tu \cdots yz)} = 2,853$, also *gesättigt Gelb.*

Versuch 23. giebt nach der Formel

$$\frac{1}{5}(a + b + c + d + e)\sqrt[5]{npqrs} + \frac{1}{3}(f + g + h)\sqrt[3]{tuv}$$

$= 4,523$ zum Effecte *bläulich Weiss.* *Versuch* 24. nach derselben Formel 5,082, sehr nahe an *Weiss;* und *Versuch* 25. nach der Formel

$$\frac{1}{3}(e + f + g)\sqrt[3]{stu} + \frac{1}{5}(h + i + k + l + m)\sqrt[5]{(vwxyz)}$$

$= 5,393$, *gelblich Weiss.* Alle diese Effecte stimmen mit der ersten Reihe meiner Versuche überein.

Versuch 26. 27. 28. geben nach den vorhergehenden Ausdrücken, wo die beiden Grün der kleinern Anzahl beigefügt werden, 4,600; 5,170; 5,327; also *bläulich Weiss*, sehr nahe *Weiss*, *gelblich Weiss*, und sind ebenfalls der ersten Reihe der Versuche am nächsten.

Versuch 29. 30. 31. sind nach der Berechnung 4,681; 4,964; 5,262; also *bläulich* oder *grünlich Weiss*, *grünlich Weiss*, *gelblich Weiss*, übereinstimmend mit der ersten Reihe der Versuche.

Versuch 32. und 33. geben 4,905; 5,199; das ist, *grünlich* und *gelblich Weiss.* Sie treffen sehr gut mit dem Erfolge des Versuchs zusammen.

Die Versuche von 23. bis 33. sind wegen ihres weissen Schimmers zu den unbestimmten zu zählen.

Versuch 34. giebt nach der angegebenen Formel 5,139, *Weiss.*

Von zwei getrennten Farben geben

Versuch 35. bis 50. die mittlern Effecte sehr nahe, welches aus den Formeln $\frac{1}{2}(a + c)\sqrt{nq}$, $\frac{1}{2}(a + d)\sqrt{nr}$, $\frac{1}{2}(a + e)\sqrt{ns}$ sichtbar ist. Diese berechneten Effecte sind: 1,889; 2,380; 2,595; 3,184; 1,946; 2,184; 2,601;

1,930; 2,005; 2,125; 2,251; 2,385; 2,531; 2,687; 2,854; 3,032.

Verſuch 51. bis 57. weichen etwas von dem Mittel ab, geben nach eben den Ausdrücken 2,068; 2,191; 2,321; 2,464; 2,616; 2,780; 2,954; nämlich *Blau, bläulich Weiſs, bläulich Grün, Paille, Gelb, Orange,* und ſtimmen ſehr gut mit den Beobachtungen überein.

Von den Verſuchen 58. bis 63. werden die drei erſten, nämlich *ag*, *bh*, *ci* wie vorhin berechnet, und geben die Effecte: 2,133; 2,259; 2,400, *Blau, bläulich Weiſs, Grün.* Bei den drei letzten aber können beide Farben nicht von einem Hauptſtrahle abgeleitet werden; man muſs daher *dk*, *el*, *fm*, nach der Formel $\frac{1}{2}(d+k)rx$ berechnen, wo ſie 3,605; 3,832; 4,071, *Roſa, Roſa, lichte röthlich Blau* geben.

Die Verſuche 64. bis 78. erfordern ebenfalls den Ausdruck für zwei Strahlen $\frac{1}{2}(a+k)\,nv$. Auf dieſe Art geben die Verſuche 64. bis 68., 3,082; 3,274; 3,480; 3,700; 3,935, *Orange, lichte Roth, Dunkelroth, Roſa, Roſa;* die Verſuche 69. bis 72., 3,161; 3,360; 3,574; 3,802, *lichte Roth, Dunkelroth, Roſa, Roſa;* die Verſuche 73. 74. 75., 3,246; 3,453; 3,675, *lichte Roth, Dunkelroth* oder *lichte Violet, Roſa;* und endlich die Verſuche 76. 77. 78., 3,338; 3,554; 3,438; *Dunkelroth, lichte Violet* und *lichte Violet.* Alle dieſe berechneten Effecte (Verſ. 58. bis 78.) treffen mit dem Erfolge bei den Verſuchen ſehr gut überein, da die kleinen Abweichungen, welche bei einigen bloſs in ihrer Dichtigkeit Statt finden, theils der Schwierigkeit des gleichförmigen Auftragens der Farben und der Schwierigkeit den in das Weiſse fallenden oder ſehr lichten Effect bei den Verſuchen hinlänglich beſtimmt anzugeben, zuzuſchreiben ſind.

Drei zweimahl getrennte Farben werden so lange auf einen Hauptstrahl gerechnet, als das Mittel zweier Farben mit der dritten Farbe innerhalb der siebenten liegt. Man hat daher bei den Versuchen 79. bis 83. für *aeh*, *bfi*, *cgk*, *dhl*, *eim* die Formel $\frac{1}{3}(a + e + h)\sqrt[3]{nrv}$, welche die Effecte 2,215; 2,351; 2,497; 2,651; 2,816, *lichte Blau*, *bläulich Grün*, *gelblich Grün*, *Paille* und *Gelb* giebt. Unter diesen Effecten trifft der erste mit den Versuchen, die wegen des weissen Schimmers sehr unbestimmt sind, am wenigsten überein. Aus der Vergleichung mit den übrigen Versuchen sieht man jedoch, dass der berechnete Effect der richtige seyn muss.

Die Versuche 84. 85. 86., nämlich *afk*, *bgl*, *chm*, müssen für zwei Strahlen mit $\frac{1}{2}n\sqrt{tx}\,[\frac{1}{2}(f + k) + a]$ berechnet werden, und so geben sie 3,043; 3,265; 3,504, *Orange*, *lichte Roth*, *lichte Violet* oder *Rosa*; welche Effecte mit der zweiten Reihe der Versuche am besten übereintreffen.

Die Versuche 87. bis 90., nämlich *adi*, *bek*, *cfl*, *dgm*, geben nach der letztern Formel 3,336; 3,544; 3,768; 4,007, *Roth*, *lichte Violet*, *lichte Violet*, *lichte röthlich Blau*, und sind ebenfalls mit der zweiten Reihe am besten übereinstimmend.

Die Versuche 91. bis 95., nämlich *adh*, *bei*, *cfk*, *dgl*, *eim*, geben nach der Formel $\frac{1}{3}(a + d + h)\sqrt[3]{nrv}$ die Effecte 2,171; 2,307; 2,450; 2,603; 2,766, *lichte Blau*, *bläulich Grün*, *gelblich Grün*, *gelblich Grün*, *Paille*, welche mit der zweiten und dritten Reihe der Versuche bis auf den weissen Schimmer nahe zutreffen.

Die Versuche 96. bis 99., *afi*, *bgk*, *chl*, *dim*, geben, nach der vorigen Formel berechnet, 2,311; 2,454;

2,608; 2,770, *lichte Blau*, *gelblich Grün*, *Paille*, *lichte Gelb*, welche mit der ersten Reihe der Versuche am besten übereinstimmen.

Die Versuche 100. 101. 102., *aek*, *bfl*, *cgm* werden mit dem Ausdrucke für beide Strahlen, mit $\frac{1}{2}x\sqrt{ns}[\frac{1}{2}(a+e)+k]$ berechnet, und geben 3,484; 3,704; 3,941, *Dunkelroth*, nahe an *Violet*, *lichte Violet*, *lichte röthlich Blau*, welche mit der ersten und dritten Reihe der Versuche am besten zutreffen. Eine genauere Uebereinstimmung kann man hier gar nicht erwarten, da viele hier angeführte Versuche der einen Reihe mit denselben Versuchen der andern Reihe selbst nicht übereinstimmen, und also als sehr unsicher die Richtigkeit der aufgestellten Theorie weder bestätigen noch widerlegen können.

Viel bestimmter sind folgende Versuche. Es ist nämlich der Effect in

Versuch 103. von *abcm*, berechnet nach der Formel $\frac{1}{2}z\sqrt[3]{npq}[\frac{1}{3}(a+b+c)+m] = 3,554$, *lichte Violet*.

Versuch 104. von *ablm*, berechnet nach $\frac{1}{2}\sqrt{np}\sqrt{yz}[\frac{1}{2}(a+b)+t(l+m)] = 3,446$, *röthlich Violet*.

Versuch 105. von *aklm* nach $\frac{1}{2}n\sqrt[3]{xyz}[\frac{1}{3}(k+l+m)+a] = 3,342$, *Dunkelroth*.

Versuch 106. von *abcdm* nach $\frac{1}{2}z\sqrt[4]{(npqr)}[\frac{1}{4}(a+b+c+d)+m] = 3,615$, *lichte Violet*.

Versuch 107. von *abklm* nach $\frac{1}{2}\sqrt{np}\sqrt[3]{xyz}[\frac{1}{2}(a+b)+\frac{1}{3}(k+l+m)] = 3,399$, *Dunkelroth*.

Verſuch 108. von *aiklm* nach

$\frac{1}{2}n\sqrt[4]{(wxyz)}\,[\frac{1}{4}(i+k+l+m)+q]=3{,}298$, *lichte Roth.*

Verſuch 109. von *abcdem* nach

$\frac{1}{2}z\sqrt[5]{(n\cdots r)}\,[\frac{1}{5}(a+\cdots e)+m]=3{,}677$, *lichte Violet.*

Verſuch 110. von *abcklm* nach

$\frac{8}{5}\sqrt[3]{npq}\sqrt[3]{(xyz)}\,[\frac{1}{3}(a+b+c)+\frac{1}{3}(k+l+m)]=3{,}458$, *lichte Violet.*

Verſuch 111. von *ahiklm* nach

$\frac{1}{2}n\sqrt[5]{(v\cdots z)}\,[\frac{1}{5}(h\cdots m)+a]=3{,}257$, *lichte Roth.*

Verſuch 112. von *abcdefm* nach

$\frac{1}{2}z\sqrt[6]{(n\cdots t)}\,[\frac{1}{6}(a+\cdots f)+m]=3{,}735$, *lichte Violet.*

Verſuch 113. von *abciklm* nach

$\frac{1}{2}\sqrt[3]{npq}\sqrt[4]{(wxyz)}\,[\frac{1}{3}(a+b+c)+\frac{1}{4}(i+k+l+m)]$
$=3{,}414$, *lichte Violet.*

Verſuch 114. von *aghiklm* nach

$\frac{1}{2}n\sqrt[6]{(u\cdots z)}\,[\frac{1}{6}(g+\cdots m)+a]=3{,}208$, *lichte Roth.*

Die *Verſuche des Hrn. D.* Wünſch, welche ich in der erſten Abtheilung dieſes Aufſatzes in Stück 1. dieſes Bandes der *Annalen* aufgeführt habe, geben, nach meinen Geſetzen berechnet, folgende Effecte.

Sein erſter Verſuch iſt bei mir entweder *gl* oder *fl*, Verſuch 49. oder 56., welche 2,854 oder 2,780 *Gelb* oder *lichte Gelb* geben.

Sein 2. 3. 4. 5. Verſuch muſs, wie bei mir *bf* oder *af*, wie *hm*, wie *fi* und wie *ad* oder *ae* die mittlern Effecte darſtellen.

Sein 6. Verſuch giebt, wie bei mir Verſuch 74. oder 77., *bl* oder *bm*, 3,453 oder 3,554, *röthlich Violet* oder *lichte Violet.*

Sein 7. Versuch enthält 4 Folgerungen, unter welchen die erste, daſs matt Roth und lebhaft Hochblau *Weiſs* geben, wegen des matten Roth mit keinem meiner etwa hierher zu rechnenden Versuche übereinstimmen kann. Die zweite Folgerung kann mit meinem 52. Versuche *bg* verglichen werden, welcher 2,191, *Hellblau* oder *bläulich Weiſs* giebt. Die dritte Folgerung ist vielleicht mit meinen Versuchen 62. und 68. mit *el* und *em*, welche 3,832 und 3,935, *lichte Violet* oder *Roſa* geben, zu vergleichen. Mit der vierten Folgerung können meine Versuche 44. und 52., *bf* und *bg*, welche 2,125 und 2,191, *lichte Blau* oder *bläulich Weiſs* geben, verglichen werden; welche beide sehr gut übereinstimmen.

Sein 8. Versuch ist bei mir 54. *di*, welcher 2,464, *gelblich Grün* giebt und sehr gut zutrifft.

Der erste Versuch der *zweiten Reihe des Herrn* Wünsch setzt zwei Farbenbilder voraus und kann also mit meinen Ausdrücken nicht berechnet werden, wobei nur ein Farbenbild zum Grunde liegt. Sein zweiter Versuch enthält 2 Versuche, wovon der erste bei mir berechnet werden kann. Er ist bei mir 92. *ieb*, welcher 2,307, *grünlich Gelb* giebt, das in den Versuchen selbst sehr lichte erscheint. Bei dessen drittem Versuche ist der erste bei mir entweder 101. oder 85. *lfb* oder *lgb*, welche 3,704 oder 3,265, *lichte Violet* oder *lichte Roth* geben und gut zutreffen; der zweite aber ist entweder *lfbd* oder *lgbd* oder *lgbe*, welche nach der Formel $\frac{1}{2}y\sqrt[3]{prt}\,[\frac{1}{3}(b+d+f)+l]$ entweder 3,703 oder 3,748 oder 3,812, *lichte Violet* oder *Roſa* oder *lichte röthlich Blau* geben; welches mit dem Versuche, der Weiſs gegeben hat, nicht zutrifft. Ich beziehe mich hier auf die oben geäuſserte Vermuthung: daſs das Weiſs des Hrn. Wünsch vielleicht auch nicht ganz rein gewesen sey.

13. *Ueber die Annäherung an Weiſs, welche verſchiedene Farbenmiſchungen geben.*

Die zweite Folgerung, welche ich aus meinen Verſuchen gezogen habe: daſs nämlich der Effect der erſten und ſechsten Farbe ſehr lichte ſey, und der Effect der erſten und ſiebenten in das Weiſse falle; ſo wie auch die Verſuche mit drei Farben, unter denen ſich einige dem Weiſsen näherten, haben mich veranlaſst, zu unterſuchen: ob etwa das von den übrigen Ringen reflectirte Licht oder das Seitenlicht hierzu etwas beigetragen habe.

Ich bediente mich zu dieſer Abſicht des kleinen, oben unter 1. beſchriebenen, Sehrohrs, durch welches ich nicht mehr, als den verlangten Farbenring ſehen konnte, und bedeckte zugleich die übrigen Ringe mit ſchwarzem Papiere. Auf dieſe Art unterſuchte ich alle die Farbenringe, deren Effect ſich dem Weiſsen genähert hatte, und fand, daſs nur diejenigen, deren Effect ſehr nahe Weiſs war, bei ſchneller Bewegung des Rades etwas glänzender erſchienen, die übrigen aber ohne merkliche Veränderung dieſelben Effecte, als ohne Sehrohr zeigten. Dieſe lichten Effecte waren daher, ohne Nebenurſachen anzunehmen, bloſs den Farbenmiſchungen zuzuſchreiben.

Daſs jedoch gewiſſe prismatiſche Farben dieſe Annäherungen an Weiſs ganz vorzüglich beför-

dern, sieht man aus der Vergleichung der Versuche 51. bis 68. mit den Versuchen 69. bis 78., und aus vielen andern Versuchen. Es erhellet nämlich hieraus: daſs die Farben *e*, *f*, *g*, *h*, oder *lichte Blau*, die *beiden Grün* und *Paille*, welche unter allen Farben am dünnsten und durchsichtigsten oder vielmehr selbst dem Weiſs schon nahe sind, die Effecte lichter machen, wenn sie sich unter den sich mischenden Farben befinden. Aus eben diesem Grunde erscheinen auch die Effecte, welche in *e*, *f*, *g*, *h* fallen, sehr lichte oder sehr nahe Weiſs. Hierher gehören die Versuche 79. bis 82. und 91. bis 99.

14. *Ueber das von Schwarz und von einigen Farben reflectirte Licht.*

Wenn man sagt: Schwarz sey die Abwesenheit alles Lichts und aller Farben, und das absolute Schwarz entstehe, wenn der Körper gar kein Licht in unser Auge sende: so muſs man sich sowohl den schwarzen Körper, als das Auge des Beobachters in einem dunkeln, von allem Lichte ausgeschlossenen Raume denken. Denn es giebt kein Schwarz, welches an einem hellen Orte nicht etwas Licht in das Auge senden sollte; weil man ohne dieses die Unebenheiten der Oberfläche des schwarzen Körpers nicht unterscheiden könnte. Das dunkelste Schwarz, das vom Lichte umgeben wird, ist daher dasjenige, welches von dem aufgefallenen Lichte die wenigsten Lichtstrahlen

und zwar ihrer Beschaffenheit nach ganz unverändert in das Auge schickt.

Zu diesen Bemerkungen sind folgende Versuche die nächste Veranlassung.

Versuch 1. Als ich aus der Blendung des kleinen Sehrohrs das innere runde Blech herausgenommen hatte, dass es also nur ein Rohr ohne Gläser war, und ungeglättetes schwarzes Papier oder schwarzes Tuch, gegen helles Tageslicht gehalten und ohne Drehung des Rades, auf diese Art betrachtete: erschienen sie so erleuchtet, dass ich jede Unebenheit auf denselben bemerken konnte. Schwarzes geglättetes Papier und *Gros de Tours* gaben mehr Deutlichkeit und waren etwas glänzender. In beiden Fällen schien der Gegenstand etwas deutlicher zu seyn, als ohne Fernrohr, weil das Auge, welches von dem Seitenlichte befreiet ist, ohne alle Störungen bloss das Licht siehet, welches von dem Gegenstande in das Auge fällt.

Versuch 2. Wenn ich bei dieser Einrichtung das Schwungrad in Bewegung setzte, fand ich die Erleuchtung des Gegenstandes nicht vermehrt. Dass hierbei die Unebenheiten der Oberfläche nicht mehr bemerkt werden konnten, das ist schon aus der sehr schnellen Abwechselung und Folge der Eindrücke erklärlich.

Versuch 3. Als ich das runde Blech wieder in die Oeffnung gesetzt hatte, dass also nur ein schmaler Ring zur Durchsicht übrig blieb, und

dadurch schwarzes ungeglättetes Papier oder schwarzes Tuch, gegen helles Tageslicht gehalten, betrachtete: erschien es wie vorhin deutlich und eben so helle, fast etwas heller erleuchtet. Als ich aber

Versuch 4. das Schwungrad in die schnellste Bewegung setzte, wurde die Erleuchtung so verstärkt, daſs das Schwarz in Aschgrau und fast in mattes oder schmutziges Weiſs mit aschgrauen Kreisen verwandelt wurde. Schwarzes geglättetes Papier oder *Gros de Tours*, welche, durch das Sehrohr gesehen, ohne Bewegung des Rades ein noch mehr erleuchtetes Schwarz oder ein Aschgrau mit schwarzen Flecken dem Auge darstellten, gaben bei schneller Bewegung Weiſs mit aschgrauen Kreisen.

Da nun die groſse Geschwindigkeit des Rades bei dem zweiten Versuche die Erleuchtung nicht vermehrte, auch dadurch überhaupt die Quantität des auf die Fläche gefallenen Lichts nicht vermehrt werden kann: so muſs sich hier das zurück geworfene Licht an dem Rande der runden Scheibe der Blendung gegen die Axe des Sehrohrs gebeugt und einen Lichttrichter gebildet haben, in dessen Spitze vor dem Auge die schnell auf einander folgenden Lichtstrahlen vereinigt und fast bis zur Dichtigkeit des Tageslichtes gebracht worden sind.

Versuch 5. Bei dieser letzten Einrichtung wurde das reine Weiſs meines Zeichenpapiers

durch Drehung des Rades ebenfalls verdichtet: denn es erschien glänzender.

Versuch 6. Die Farben Violet *b*, Gelb *l* und Roth *m*, welche den ganzen Ring der Scheibe einnahmen, erschienen bei Bewegung des Rades ohne Sehrohr nicht lichter; aber durch das Sehrohr mit der Ringblendung gesehen, nur ein wenig lichter, oder vielmehr nur etwas glänzender: dass also die Farbenstrahlen durch Verdichtung ihrer Natur nach nicht verändert werden.

15. *Verhältnissmässige Dichtigkeit des reflectirten Lichtes.*

Um die Dichtigkeit des von Schwarz und des von einigen Farben reflectirten Lichts einigermassen mit einander vergleichen zu können, belegte ich Weiss oder die gegebene Farbe mit schwarzem Papiere, welches gar keinen Glanz hatte, und liess nur einen Ausschnitt offen, durch welchen Weiss oder die gegebene Farbe zu sehen war, und den ich so lange vergrösserte, bis nichts mehr von Aschgrau oder von einer Unreinigkeit in der Farbe bemerkt werden konnte.

Versuch 7. Bei der schnellsten Bewegung des Rades ohne Sehrohr gaben 160 Grade Weiss und 200 Grade Schwarz ein vollkommenes Weiss. Bei 180 Graden Paille oder lichte Blau, röthlich Violet oder Dunkelroth und 180 Graden Schwarz erschienen alle Farben rein, aber nicht lichter. Mit dem Sehrohre hingegen gaben 20 bis 25 Grade

Weifs mit der fchwarzen Belegung ein reines Weifs; von den andern genannten Farben mufste der Ausfchnitt 30 bis 35 Grade grofs feyn, um fie ohne Unreinigkeit darzuftellen. Hier erfchienen aber alle Farben etwas lichter, welches dem von Schwarz reflectirten Lichte zuzufchreiben ift. Hieraus erhellet: dafs zu der in dem Sehrohre vorgegangenen Verdichtung des von Schwarz reflectirten Lichtes nur noch $\frac{1}{12}$ des Umkreifes Weifs erfordert wird, um das Weifs vollkommen rein zu erhalten, und dafs die Dichtigkeit des reflectirten farbigen Lichts, wie fchon voraus zu fehen war, kleiner, als die des weifsen Lichts ift. Eine Verfchiedenheit, welche die gebrauchten Farben auch unter fich in diefer Rückficht haben müffen, konnte ich nicht bemerken, weil fie vielleicht zu klein war.

16. *Verhältnifs des Lichts und der Wärme bei den Farben.*

Wenn man jedes Glied meiner zweiten Elementarreihe aus zwei Theilen, wovon der eine $= 1$ ift, beftehen läfst, dafs alfo $a = 1 + \alpha$, $b = 1 + \beta$, $c = 1 + \gamma$ u. f. w. ift, fo verwandeln fich die oben gegebenen Ausdrücke in folgende. Es ift nämlich

bei einzelnen Farben der Effect für $a = n + n\alpha$,

für $b = p + p\beta$ u. f. w.

bei mehrern Farben, z. B.

für ad ift der Effect $\sqrt{nr} + \sqrt{nr}\left(\frac{\alpha + \delta}{2}\right)$

für am — — $nz + \frac{1}{2}nz\,(\alpha + \nu)$ u. f. w.

Die

Die beiden Elementarreihen ſind alsdann folgende:

Freies Licht	Freie Wärme	
n = 1,039	α = 0,360	röthlich Violet.
p = 1,334	β = 0,414	Violet.
q = 1,360	γ = 0,469	Indigo.
r = 1,387	δ = 0,527	Blau.
s = 1,414	ζ = 0,587	lichte Blau.
t = 1,441	η = 0,649	bläulich Grün.
u = 1,469	ϑ = 0,714	gelblich Grün.
v = 1,498	ι = 0,781	Paille.
w = 1,469	$\varkappa$ = 0,924	Gelb.
x = 1,441	λ = 1,078	Orange.
y = 1,414	μ = 1,245	lichte Roth.
z = 1,387	ν = 1,424	Dunkelroth.

Die Unterſuchungen des Dr. Herſchel über die Natur der Sonnenſtrahlen (von Harding aus dem Engl. überſetzt und in dieſen *Annalen*, B. 7. S. 136. B. 10. S. 68. und B. 12. S. 521.) laſſen keinen Zweifel übrig, daſs einige prismatiſche Farben die Gegenſtände beſſer, als andere erleuchten, und daſs ſie ebenfalls in Hinſicht der Wärme ſehr verſchieden ſind. Aus der zweiten Reihe ſeiner Verſuche, welche er mit einem zuſammengeſetzten Mikroſkope anſtellte, indem er das Object mit einer Farbe des Prisma nach der andern erleuchtete, ſchlieſst Hr. Herſchel (S. 21. der Ueberſ. und *Ann.* B. 7. S. 142.): daſs die rothmachenden Strahlen die Eigenſchaft des Erleuchtens der Ge-

genstände keinesweges in einem hohen Grade besitzen; dafs die orangefarbenen Strahlen die Gegenstände beſſer, am allervollkommenſten aber die gelben Strahlen ſie erleuchten. Das Maximum der Erleuchtung, ſchlieſst er weiter, liege in dem hellſten Gelb oder in dem blaſſeſten Grün; das grüne Licht mache beinahe eben ſo helle, *als* das gelbe, aber vom dunkelſten Grün an nehme die Erleuchtung merklich ab; das Licht der blauen Strahlen ſey beinahe dem der rothen gleich; viel weniger Licht gäben die indigblauen Strahlen, und die violetten ſeyen unter allen Strahlen am lichtſchwächſten.,

Vergleicht man nun dieſe aus neun übereinſtimmenden Beobachtungen gezogenen Schlüſſe mit meiner erſten Elementarreihe; ſo wird man deren Glieder ſehr geſchickt finden, die angegebenen Verhältniſſe der Erleuchtung auszudrücken. In *Paille* findet ſich hier $v = 1{,}498$, die gröſste Zahl für die gröſste Erleuchtung. Ferner iſt $w = x$ oder die Zahl für *Gelb* iſt der für *gelblich Grün* gleich. So iſt auch $z = r$ oder die Zahl für *Roth* iſt der Zahl für *Blau* gleich, und die Zahlen n und p für die beiden *Violet* ſind die kleinſten. Man kann daher mit vielem Grunde annehmen: daſs die Glieder der *erſten Elementarreihe* die Gröſse der von jeder Farbe hervor gebrachten *Erleuchtung* oder die Quantität des *freien Lichts* ausdrücken, welches jede Farbe auf den Gegenſtand oder in das Auge ſendet.

Die Versuche, welche D. Herschel über die wärmende Kraft der farbigen Strahlen angestellt hat, indem er einzelne prismatische Farben nach Newton'scher Eintheilung auf ein empfindliches Thermometer fallen liefs, sind ebenfalls meiner Theorie günstig. Diese beweisen die Schlüsse, welche er aus seinen acht ersten Versuchen S. 9. [*Ann.* B. 7. S. 140.] zieht. Er sagt nämlich: In den rothen Strahlen stieg das Thermometer zufolge des ersten Versuchs $6\frac{3}{4}$ Grad, nach dem zweiten aber 7 Grad; das Mittel aus beiden ist $6\frac{7}{8}$ Grad. Der dritte Versuch gab für das Steigen des Quecksilbers vermittelst der grünen Strahlen $3\frac{1}{4}$ Grad, woraus wir also das Verhältnifs der wärmenden Kraft der rothen Strahlen zu der wärmenden Kraft der grünen Strahlen wie 55 zu 26 bekommen. Der vierte Versuch gab für die violetten Strahlen 2 Grad, und damit verhält sich das Steigen des Quecksilbers in den rothen Strahlen zu den in den violetten Strahlen wie 55 zu 16. Einen hinreichenden Beweis für die Genauigkeit dieser Versuche giebt das Resultat der vier letztern. Denn nach dem fünften Versuche stieg das Thermometer in den rothen Strahlen $2\frac{3}{4}$ Grad, und nach dem sechsten stieg es 4 Grad; das Mittel aus beiden ist $3\frac{3}{8}$ Grad. Der siebente Versuch gab $1\frac{1}{2}$ Grad und der achte 2 Grad für des Thermometers Steigen in den grünen Strahlen, folglich im Mittel $1\frac{3}{4}$ Grad. Daher verhält sich nun das Steigen in den rothen zu dem in den grünen Strahlen wie 27

zu 11 oder wie 55 zu 22,4. Will man aber das Mittel aus beiden Thermometern nehmen, so erhält man 55 zu 24,2 oder etwas mehr, als $2\frac{1}{2}$ zu 1 im rothen zum grünen und $3\frac{1}{2}$ zu 1 im rothen zum violetten Lichte.

Es verhalten sich aber bei meiner zweiten Elementarreihe die Zahlen

für Dunkelroth zu bläulich Grün wie 1,424 : 0,649 = 55 : 25
— Dunkelroth zu gelblich Grün wie 1,424 : 0,714 = 55 : 27
— Dunkelroth zu Violet wie 1,424 : 0,414 = 55 : 15
— lichte Roth zu Violet wie 1,245 : 0,414 = 55 : 18.

Aus dieser Vergleichung erhellet, daſs die Verhältnisse der Zahlen meiner Elementarreihe mit den von D. Herschel aus seinen Versuchen gezogenen Verhältnissen sehr nahe übereinkommen. Eine gröſsere Uebereinstimmung ist nicht zu erwarten, da der D. Herschel nach der Newton'schen Eintheilung des Bildes nur 7 Farben, also nur einerlei Violet und einerlei Grün annimmt, auch wegen der geringen Breite der prismatischen Farben eine genauere Unterscheidung der Schattirungen für die obwohl kleine Thermometerkugel nicht beobachten konnte.

Da nun hieraus erhellet, daſs die Glieder der ersten Elementarreihe die Quantität des freien Lichts und die Glieder der zweiten Elementarreihe die Quantität der freien Wärme ausdrücken, welche zu Hervorbringung des Effects der ihnen zugehörigen Farben erforderlich sind; so läſst sich nunmehro mein gegebenes *Gesetz* mit diesen beiden Stoffen ausdrücken, nämlich:

Der Effect jeder einzelnen Farbe besteht aus dem freien Lichte und dem Produkte des freien Lichts in die freie Wärme.

Der Effect solcher Farben, welche nicht über die siebente Farbe hinaus gehen, oder so weit dieselben auf einen Hauptstrahl gerechnet werden können, ist aus dem geometrischen Mittel alles freien Lichts und dem Produkte des geometrischen Mittels alles freien Lichts in das arithmetische Mittel aller freien Wärme der gegebenen Farben zusammengesetzt. In Ansehung der Effecte, wo beide Strahlen wirksam sind, beziehe ich mich auf die oben gemachten Bemerkungen.

III.

Neue *Unterſuchungen und Bemerkungen über die brennbaren Gasarten, welche unter den Benennungen Kohlen-Waſſerſtoffgas und oxydirtes Kohlen-Waſſerſtoffgas begriffen werden,*

von

C. L. Berthollet *).

Ich habe mich zu verſchiedenen Mahlen mit Unterſuchungen über die zuſammengeſetzten brennbaren Gasarten beſchäftigt; die Mittel, deren ich mich dabei bediente, waren aber unvollkommen. Haben gleich andere Chemiker manches Licht über die Natur derſelben verbreitet, ſo iſt man doch noch über ihre relative Zuſammenſetzung und über die Arten, welche man von ihnen zu unterſcheiden hat, im Ungewiſſen. Und doch iſt es wichtig, dieſe Gasarten ganz genau zu kennen; beſonders in Hinſicht der Analyſe der vegetabiliſchen

*) Frei überſetzt aus dem zweiten Theile der *Mémoires de phyſ. et de chimie de la Société d'Arcueil*, der durch ſeinen bewundernswürdigen Reichthum an wichtigen Bereicherungen der Phyſik und der Chemie die höchſten Begriffe von dem Gelehrten-Verein zu *Arcueil*, und den Talenten, dem Geiſte und dem wiſſenſchaftlichen Eifer ſeiner Mitglieder erregt. Mir iſt dieſer Band aus den Händen des Verfaſſers dieſes Auffatzes, des Senators Grafen Berthollet zugekommen, und ich ſehe dar-

und der thierischen Körper. Ihre Natur zu erforschen hat aber grosse Schwierigkeit, und erst wiederholte Beobachtungen haben die Gründe der Irrthümer kennen gelehrt, in die man dabei gerathen kann.

1.

Ich will damit anfangen, nachzuweisen, worin es meinen frühern Untersuchungen an Genauigkeit fehlt, und wie ich bei den neuen Untersuchungen, die ich jetzt bekannt mache, diesen Mängeln abzuhelfen gesucht habe.

Meine ersten Untersuchungen stehen in den *Schriften der pariser Akademie der Wissenschaften auf das Jahr* 1785 *). Sie beschäftigten sich mit der Sumpfluft und mit den Gasarten, welche ich durch Einwirkung der Hitze auf Kohle, auf Seide, auf Zucker und auf Oehle erhalten hatte. Ich bestimmte das Verhältniss, worin beim Detoniren mit Sauerstoffgas jede derselben Sauerstoffgas verzehrt und kohlensaures Gas erzeugt. Ich fand, dass die Sumpfluft sich von den andern dieser zusammengesetzten brennbaren Gasarten da-

in eine Aufforderung dieses ehrwürdigen Veterans in der Wissenschaft, diesen Band für die *Annalen* eben so, als es mit dem vorigen geschehen ist, zu benutzen. Es soll an keiner Sorgfalt von meiner Seite fehlen, dass der Leser die Abhandlungen allmählig, auf eine dem Originale würdige Art frei bearbeitet erhalte.

Gilbert.

*) *Suite des recherches sur les substances animales*, *Mém. de l'Acad. des Sciences A.* 1785. B.

durch auszeichnet, dafs fie eine bedeutende Menge Stickgas enthält; und dafs das Gas, welches man durch Deftillation aus Kohle erhält, wenn es von verfchiedenen Deftillationen herrührt, viel gröfsere Ungleichheiten im Zerlegen zeigt, als die Gasarten aus den andern genannten Körpern. Ich hatte aber bei diefen Verfuchen verabfäumt, das fpecififche Gewicht der Gasarten zu beftimmen; es liefs fich daher aus ihnen kein beftimmter Schlufs über die Zufammenfetzung diefer Gasarten überhaupt ziehen. Ueberdies gefchahen die Detonationen über Waffer; und Herr **Thomfon** hat gezeigt, dafs, fo vorfichtig man auch verfahren mag, doch dabei ftets ein Theil des kohlenfauren Gas vom Waffer verfchluckt wird, ehe man noch die Verminderung des Volumens beftimmen kann, die von der Erzeugung des Waffers aus Wafferftoffgas und Sauerftoffgas herrührt, und die fich zu erkennen giebt, fo bald man den untern Hahn des Eudiometers öffnet.

Die zweite Reihe meiner Unterfuchungen ift in dem 4. Bande der *Schriften des National-Inftituts* abgedrückt *). Es war meine Abficht, alle zufammengefetzten brennbaren Gasarten, [welche Kohlenftoff enthalten,] und von denen einige erft feit meiner frühern Arbeit entdeckt worden waren, in diefer Unterfuchung zu umfaffen, ihre Beftandtheile zu beftimmen, und auszumachen,

*) *Obfervations fur le charbon et les gas hydrogènes carbonés. Mém. de l'Inft. nat. de Fr., So. math. et phyf.* t. 4. p. 269 f.

worin sie von einander verschieden sind. Aber diese Arbeit blieb in mehrerer Hinsicht unvollkommen. 1) Hatte ich das specifische Gewicht der Gasarten nicht selbst bestimmt, sondern nahm es bei meinen Rechnungen so an, wie es andere Chemiker in ihren Versuchen gefunden hatten; bei der grosen Ungleichheit, die sich in dem specifischen Gewichte dieser Gasarten nach Verschiedenheit der Umstände findet, unter denen sie gebildet worden sind, musste es aus diesem Grunde meinen Bestimmungen an Schärfe fehlen. 2) Ich bin bei meinen Rechnungen von der Voraussetzung ausgegangen, dass das kohlensaure Gas einen bestimmten Theil seines Gewichts an Wasser enthalte, und dieses hat meine Resultate ungewiss gemacht; denn wenn man auch zugiebt, dass das kohlensaure Gas einen Antheil Wasser enthält, welches sich durch kein hygrometrisches Mittel daraus darstellen läst, so darf man doch diesen Wassergehalt nicht bei der Bestimmung der Bestandtheile gasartiger Verbindungen mit bestimmten Zahlen in Rechnung bringen, sondern muss ihn in den Produkten von Operationen, in welchen kohlensaures Gas sich bildet oder sich zersetzt, ganz unbestimmt lassen. 3) Auch dieses Mahl hatte ich alle meine Detonationen über Wasser vorgenommen. 4) Endlich hatte ich verabsäumt, die Rückstände der Detonationen zu untersuchen, und mich damit begnügt, sie durch wiederholtes Detoniren auf den kleinst-möglichen

Umfang herab gebracht zu haben. Und doch hatte ich den Satz aufgestellt, es gebe verbrennliche Gasarten, in deren Mischung Sauerstoff mit eingeht, und die man von dem Kohlen-Wasserstoffgas (*gas hydrogènes carburés*) durch die Benennung *oxydirtes Kohlen-Wasserstoffgas* (*gas hydrogènes oxicarbonés*, oder vielmehr *oxicarburés*) unterscheiden müsse. Ich hatte gezeigt, dass man Gase dieser Art erhält, wenn man öhlerzeugendes Gas, oder Gas, das beim Destilliren fetter Oehle übergeht, mit weniger Sauerstoffgas detonirt, als nöthig ist, um sie gänzlich zu verbrennen; und dass zu dieser Art auch die Gase gehören, welche Kohle und Zucker in der Destillation hergeben. Dem zufolge theilte ich die zusammengesetzten brennbaren Gasarten, [welche Kohlenstoff enthalten,] in zwei Hauptklassen: *carburés* (*Kohlen-Wasserstoffgase*), welche bloss aus Wasserstoff und Kohlenstoff nach verschiedenen Verhältnissen bestehen, und *oxicarburés* (*oxydirte Kohlen-Wasserstoffgase*), die über dieses noch einen variabeln Antheil Sauerstoff besitzen.

Kurz vorher hatte Cruickshank zwei sehr interessante Abhandlungen über die verschiedenen Arten des Kohlen-Wasserstoffgas und über das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd im fünften Bande von Nicholson's Journal bekannt gemacht *). Ich lernte sie erst kennen, als diese meine Untersuchungen vollendet waren, und konnte sie dabei

*) Die erste davon steht in diesen *Annalen*, B. 9. S. 103. Gilbert.

nicht mehr benutzen. Allein Cruickshank nahm keinen Sauerstoff in den verschiedenen Arten des Kohlen-Wasserstoffgas als Bestandtheil derselben an; schrieb aber einen Theil ihres Gewichts dem Gehalte derselben an Wasser zu, der indess, wie Hr. Henry gezeigt hat*), viel zu gross seyn würde, als dass man ihn zugeben kann.

Seitdem hat Herr von Saussure durch äusserst sorgfältige Versuche bewiesen, dass das Gas, welches man erhält, wenn man Aetherdampf oder wenn man Alkoholdampf durch ein glühendes Porcellainrohr treibt, nicht, wie ich aus den Versuchen der holländischen Chemiker geschlossen hatte, blosses Kohlen-Wasserstoffgas, sondern oxydirtes Kohlen-Wasserstoffgas ist, dessen Bestandtheile in dem Gas aus Aether in einem andern Verhältnisse als in dem Gas aus Alkohol vorhanden sind, und nach Verschiedenheit der Umstände, unter denen die Operation vor sich geht, variiren **). Ferner hat Herr Thomson in einem Aufsatze, der sehr viel interessante Beobachtungen enthält, gezeigt, dass das Gas, welches man beim Destilliren von Torf erhält, oxydirtes Kohlen-Wasserstoffgas ist, und er hat die Bestandtheile desselben ihrem Zahlwerthe nach bestimmt ***). Endlich zieht Herr Murrai, in dem *System of chemistry*, das er vor Kurzem herausgegeben hat,

*) Diese *Ann.*, B. 22. S. 58., in s. für die Einsicht in die Natur der *Flamme* lehrreichen Untersuchungen. *Gilbert.*

**) Diese *Annalen*, B. 29. S. 288 f. *Gilbert.*

***) Man sehe den folgenden Aufsatz. *Gilbert.*

aus feinen gelehrten Erörterungen über die zufammengefetzten brennbaren Gasarten [die Kohlenftoff enthalten] den Schlufs, dafs fie alle oxydirtes Kohlen-Wafferftoffgas find.

2.

Ich habe geglaubt, meine Unterfuchungen noch einmahl wieder aufnehmen zu müffen, um ihnen mit Hülfe der neueren Beobachtungen eine gröfsere Genauigkeit und Präcifion zu geben. Ich habe vorzüglich die beiden folgenden Fragen vor Augen gehabt, welche ich durch fie beantwortet zu fehen hoffte: Gehören alle zufammengefetzten [Kohlenftoff-haltenden] brennbaren Gasarten, welche man bis jetzt kennt, in die Klaffe der oxydirten Kohlen-Wafferftoffgafe, oder mufs man die Unterfcheidung derfelben in Kohlen-Wafferftoffgafe und in oxydirte Kohlen-Wafferftoffgafe beibehalten? Worauf beruht die Verfchiedenheit der Varietäten diefer Gasarten?

Bei dem öhlerzeugenden Gas und bei dem gasförmigen Kohlenftoff-Oxyde werde ich mich in diefen Unterfuchungen nicht lange verweilen.

Die Analyfen, auf welche fie mich geführt haben, und von denen ich mehrere übergehe, find von Hrn. Berard ausgeführt worden, der in Unterfuchungen diefer Art fehr geübt ift, und die gröfste Sorgfalt auf fie gewendet hat. Jedes der Refultate, die man in der folgenden Tafel findet, ift ein Mittel aus zwei Verfuchen, bei denen wir es bewenden liefsen, wenn fie nahe übereinftimmten; fielen die Verfuche weiter aus einander, fo

ſtellten wir der Verſuche drei oder vier an, und verwarfen die, welche ſich ſo weit von den andern entfernten, daſs wir Fehler in ihnen vermuthen muſsten.

Alle Detonationen geſchahen über Queckſilber in einem Eudiometer mit eiſernen Kappen und Hähnen, und das Eudiometer war im Augenblicke der Detonation ganz verſchloſſen. Jedes brennbare Gas wurde mit mehr Sauerſtoffgas detonirt, als nach einem vorläufigen Ueberſchlage nöthig war, um es vollſtändig zu verbrennen. Wir fanden aber, daſs die Gasarten, welche einen anſehnlichen Antheil Kohlenſtoff enthielten, keine gleichförmigen Reſultate gaben, wenn wir die ganze nöthige Menge Sauerſtoffgas auf einmahl mit ihnen detonirten. In dieſem Falle entzog das brennbare Gas ſich dem Verbrennen bald mehr bald weniger, wenn gleich das Sauerſtoffgas in bedeutendem Uebermaaſse zugeſetzt worden war. Wir haben daher bei der Analyſe der mehreſten dieſer Gasarten das Sauerſtoffgas in zwei gleiche Theile getheilt, und ſie zuerſt mit der einen, und dann noch einmahl mit der andern Hälfte detonirt. Bei dem Gas, welches Kohle durch Deſtillation, gegen das Ende der Operation hergiebt, bedurfte es nur einer einmahligen Detonation.

Da der Gasrückſtand bald mehr bald weniger Sauerſtoffgas enthielt, ſo haben wir ihn mit einer bekannten Miſchung aus Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, worin des letztern am mehreſten war,

noch einmahl detonirt; manchmahl bedienten wir uns auch des Schwefel-Wafferftoff-Kalks, und einige Mahle beider eudiometrifcher Mittel.

Wir haben alle Gasarten auf die Temperatur von 0° und auf einen Druck von 0,76 Meter reducirt, und alle für völlig feucht genommen, denn fie hatten über Waffer geftanden, fowohl ehe wir fie in den Ballon brachten, in welchem fie gewogen wurden, als auch ehe wir fie der Analyfe unterwarfen. Auch die atmofphärifche Luft haben wir jedes Mahl völlig feucht gewogen.

Folgendes find die Data, von denen ich bei meinen Rechnungen ausgegangen bin.

Die Correction wegen der Feuchtigkeit habe ich nach Dalton's Tabelle [diefe *Annalen*, B. 15. S. 8.] vorgenommen.

Um das Volumen eines Gas, von irgend einer andern Temperatur als 0°, auf diefe Temperatur zu reduciren, habe ich, den Refultaten des Hrn. Gay-Luffac zufolge, diefes Volumen mit 266,66 multiplicirt, und dividirt mit der Zahl der Thermometergrade nach der Centefimalfkale, vermehrt um 266,66 *).

*) Ift nämlich t die Zahl diefer Grade, und das Volumen des Gas ift unter unverändertem Drucke bei 0° Wärme gleich V, und bei t Grad Wärme gleich V', fo ift, Hrn. Gay-Luffac's Verfuchen über die Ausdehnung der elaftifchen Flüffigkeiten zufolge, $V' = V(1 + 0{,}00375 \cdot t)$, alfo $V = V' \cdot \frac{1}{1 + 0{,}00375 \cdot t} = V' \cdot \frac{266{,}66}{266{,}66 + t}$.

Gilbert.

Ferner habe ich nach den Beſtimmungen der HH. Biot und Arago *) folgende Gewichte der Gasarten angenommen. Bei 0° Wärme und 0,76 Meter Druck wiegt 1 Liter

atmoſphäriſche Luft	1,297	Grammes
Sauerſtoffgas	1,432	—
Waſſerſtoffgas	0,095	—
kohlenſaures Gas	1,972	—

Das *kohlenſaure Gas* enthält ein dem ſeinigen gleiches Volumen Sauerſtoffgas in ſich, und beſteht dem Gewichte nach aus 0,26 Kohlenſtoff und 0,74 Sauerſtoff. Das *Waſſer* beſteht dem Gewichte nach aus 0,87 Sauerſtoff und 0,13 Waſſerſtoff.

Ich gebe hier ein Beiſpiel der Rechnung an dem Gas, welches ich in der folgenden Tabelle mit *A* bezeichnet habe **).

1. *Specifiſches Gewicht.*

Thermometerſt. + 17°,5 C.; Barometerſt. 0,7564 Met.

Gew. des Ballons voll atm. Luft	754,737	Grammes.
Gewicht des leeren Ballons	749,222	—

Thermometerſt. + 18°5 C.; Barometerſt. 0,7560 Met.

Gewicht des Ballons voll Gas *A*	752,195	Grammes.
Alſo		
Gewicht der atmoſph. Luft	5,515	—
Gewicht der Gasart *A*	2,973	—

*) Dieſe *Annalen*, B. 26. S. 94. Gilbert.

**) Ich habe in der Darſtellung der Rechnung den Vortrag des Verfaſſers etwas abgeändert, auch dieſes Beiſpiel und die darauf folgende Tabelle, welche in dem Originale an das Ende der Abhandlung geſtellt ſind, hier eingeſchaltet. Gilbert.

Correctionen.

Zur Temperatur + 17,5° C. gehört in Dalton's Tabelle eine Elasticität von $0^m,01493$ Queckfilberhöhe. Alſo war die Elaſticität der völlig trocknen atmoſphäriſchen Luft im Ballon nur $0^m,74147$. Bei $0^m,76$ Druck würde ſie alſo nur 0,97562 des gefundenen Volumens eingenommen haben, und dieſes auf 0° Temperatur reducirt, giebt 0,91562 des gefundenen Volumens.

Wird das Volumen des Gas *A* auf dieſelbe Art auf völlige Trockenheit, auf $0^m,76$ Barometerhöhe und 0° Temperatur reducirt, ſo kommt das Volumen deſſelben auf 0,91076 des gefundenen herab.

Alſo wiegen bei völliger Trockenheit, $0^m,76$ Druck und 0° Wärme, gleiche Volumina

von atmoſphäriſcher Luft $\frac{5,515}{0,91562}$ Grammes.

von der Gasart *A* $\frac{2,973}{0,91076}$ —

Folglich iſt das ſpecifiſche Gewicht der Gasart *A* = 0,54200, wenn das der atmoſphäriſchen Luft 1 geſetzt wird.

Aber beim Zerlegen dieſer Gasart fand ſich, daſs ihr in 100 Theilen 14,92 Theile atmoſphäriſche Luft beigemengt waren. Sind aber *A* Theile einer und *B* Theile einer zweiten Gasart, von denen die erſte das ſpecifiſche Gewicht *a*, die andere das ſpecifiſche Gewicht *b* hat, mit einander gemengt, und das ſpecifiſche Gewicht der Miſchung iſt *c*, ſo iſt, nach einer Formel, welche Hr. Thomſon giebt, $b = \frac{(A+B)c - Aa}{B}$ *). Alſo iſt in unſerem Falle das ſpecifiſche Gewicht der völlig reinen Gasart *A* = 0,46168.

Alſo

*) Der Miſchungsrechnung entſprechend, unter der Vorausſetzung, daſs das Volumen der Mengung unverändert der Summe der Voluminum der beiden Gasarten gleich bleibe. Gilbert.

Alſo wiegt 1 Litre von der Gasart *A*, bei völliger Reinheit und Trockenheit und bei 0° Wärme und 0,76 Meter Barometerſtand 0,59791 Grammes, und 100 Litres wiegen 59,791 Grammes.

2. *Analyſe*.

Man ſieht aus der Tabelle, daſs die Gasart *A* beim Detoniren mit Sauerſtoffgas ſo viel *kohlenſaures Gas* gebildet hat, daſs auf 100 Litres Gas 36,22 Litres kohlenſaures Gas kommen. Dieſe wiegen 110,809 Grammes, und enthalten 28,80 Grammes Kohlenſtoff; ſo viel Kohlenſtoff abſorbirt aber, wenn er ſich in kohlenſaures Gas verwandelt, 56,22 Litres Sauerſtoffgas.

Da aber, wie die Tabelle zeigt, 100 Litres der Gasart *A* 80,86 Litres Sauerſtoffgas verzehrt haben, alſo 24,64 Litres mehr, als der Kohlenſtoff abſorbiren konnte; ſo müſſen dieſe dazu verwendet worden ſeyn, mit dem Waſſerſtoff des Gas Waſſer zu bilden. Sie verzehren aber dabei 49,28 Litres Waſſerſtoffgas, und dieſe wiegen 4,68 Grammes.

Da nun 100 Litres oder 59,791 Grammes der Gasart *A* 28,80 Gr. Kohle und 4,68 Gr. Waſſerſtoff enthalten, ſo bleibt ein Ausfall an Gewicht von 26,31 Gr. Dieſer kann aber bloſs von dem Waſſer herrühren, das ſich beim Detoniren aus den Beſtandtheilen des Gas ſelbſt gebildet hat. Berechnet man alſo die Menge von Waſſerſtoff und von Sauerſtoff, welche in 26,31 Gr. Waſſer enthalten ſind, und fügt dieſe zu jenen Beſtandtheilen hinzu, ſo erhält man folgende Beſtandtheile der Gasart *A* in 59,791 Grammes:

Kohlenſtoff	28,80	Grammes
Waſſerſtoff	8,10	—
Sauerſtoff	22,89	—

welches auf 100 Theile dieſes oxydirten Kohlen-Waſſerſtoffgas die in der Tabelle angegebenen Gewichtsmengen der Beſtandtheile giebt.

Die Resultatate unserer zerlegenden Versu
in der folgenden Tabelle zusammen:

Völlig reines und trocknes

Erhalten		Specifisches Gewicht (das der atmosph. Luft = 1 gesetzt)	Gew vo 1 Li *Gram*
bei dem *Destilliren von Kohle*	*A.* zu Anfang der ersten Operation	0,46168	0,597
	B. mitten in derselben	0,48500	0,629
	C. zu Ende derselben	0,25121	0,325
	D. zu Anfang der zweit. Operation	0,46090	0,598
	E. zu Ende derselben	0,18083	0,234
F. bei *Zersetz. von Wasser durch Kohle*, die in einer Esse geglüht worden war		0,25940	0,335
G. aus *Kohle*, als die Hitze sogleich sehr erhöht wurde		0,18916	0,245
durch Zersetz. von	*H. Kampherdampf*	0,30858	0,400
	I. Oehldampf	0,34857	0,451

ıbaren, Kohlenstoff haltenden Gasarten, stelle ich

›° *Temper. und* 0^{m},76 *Druck:*

Litres des Gas		Bestandtheile des Gas in 100 Grammes			Stickgas enthalten in 100 Lit. des Gas:
lèrn, ı ver· ıen, töffg.	erzeugen im Verbrennen kohlens. Gas	Kohlenstoff *Gramm.*	Sauerstoff *Gramm.*	Wasserstoff *Gramm.*	*Litres*
6 Lit.	56,22 Lit.	48,17	38,28	13,55	11,79
6	59,60	48,55	41,34	10,11	9,37
0	28,35	44,60	28,10	27,30	10,44
6	60,26	51,64	34,00	14,36	8,71
5	17,12	37,39	22,91	39,70	7,97
0	28,79	43,91	33,61	22,48	6,95
7	23,68	49,49	10,61	39,90	7,14
4	38,05	48,63	25,35	26,02	11,62
0	45,87	52,09	24,03	23,88	4,30

3.

Da das Gas, welches ſich *aus Kohlen*, die in einer Retorte erhitzt werden, entbindet, beſonders groſse Verſchiedenheiten in ſeiner Miſchung zeigt, ſo habe ich mich vorzüglich mit dieſem Gas beſchäftigt, und es ſowohl in verſchiedenen Zeitpunkten, als auch bei verſchiedenen Graden der Hitze, mit der die Deſtillation betrieben wurde, unterſucht. Es wurde während der Operation in drei verſchiedenen Portionen aufgefangen; das Gas, welches ſich in den Zwiſchenzeiten entband, lieſs ich entweichen. Ein Zufall brachte mich um die zweite Portion bei der zweiten Deſtillation. Bei dieſen beiden Deſtillationen verſtärkte ich die Hitze nur allmählig, ſo wie die Gasentwickelung nachlieſs. Bei einem dritten Verſuche gab ich gleich zu Anfang der Operation ſo ſtarke Hitze als möglich. Endlich habe ich durch Kohle, die zuvor in einer hohen Hitze calcinirt worden war, und in einer Porcellainröhre im Glühen erhalten wurde, Waſſerdämpfe, die ich darüber fortſteigen lieſs, zerſetzt, und das Gas, welches dabei entſtand, unterſucht.

Wenn man die ſpecifiſchen Gewichte dieſer Gasarten, und die Produkte der Zerſetzung, welche ſie mir bei ganz gleichem Verfahren gegeben haben, mit einander vergleicht, ſo wird man ſich nicht mehr über die groſse Verſchiedenheit verwundern, welche in den von verſchiedenen *Chemikern* angeſtellten Analyſen dieſer Gasarten

herrscht. Der Zeitpunkt, wenn sie die untersuchte Gasportion auffingen, der Grad der Hitze, mit der sie die Destillation betrieben, und wahrscheinlich auch der Zustand der Kohle, die sie brauchten, haben insgesammt darauf Einfluss gehabt.

Ich habe in meinen zweiten Untersuchungen angeführt, dass 100 Theile Gas, welche zu Ende einer solchen Destillation aufgefangen wurden, beim Detoniren nur 10 Theile kohlensaures Gas gegeben haben. Nun kann zwar ein Theil des kohlensauren Gas, welches entstanden war, sich mit entzogen haben, weil ich die Detonation über Wasser vornahm; allein man kann in der That Gas auffangen, welches noch weniger kohlensaures Gas bildet. Ich habe die allerletzte Gasportion analysirt, welche bei einer Destillation sich erst entband, als ich die Hitze möglichst verstärkte; sie gab beim Detoniren mit Sauerstoffgas nur 0,06 ihres Volumens an kohlensaurem Gas.

Man sieht aus den beiden in der Tabelle dargestellten Destillationen, dass der Antheil Gas, der zuletzt übergeht, specifisch leichter und viel reicher an Wasserstoff, aber ärmer an Sauerstoff ist, als der Antheil Gas, der in der Destillation der Kohle sich zuerst entbindet. Diese zuletzt übergehende Portion nähert sich dem Gewichte des Gas, welches man erhält, wenn man gleich zu Anfang einer Operation möglichst starkes Feuer giebt; von allen aber enthält

dieses am wenigsten Sauerstoff. Das bei der Wasserzersetzung durch Kohle entstehende Gas ist ärmer an Wasserstoff als jener zuletzt übergehende Antheil, ungeachtet es beinahe dasselbe specifische Gewicht hat; es enthält aber verhältnissmäßsig mehr Sauerstoff.

Bei der Analyse aller dieser Gasarten tritt ein Umstand ein, der sie einigermaßsen zweifelhaft macht, und den ich hier erörtern muss. Man habe nämlich die Operationen auch noch so vorsichtig angestellt, zum Destilliren eine kleine inwendig glasirte Porcellainretorte genommen, sie mit eben ausgekochtem Wasser gesperrt, und geraume Zeit gewartet, bevor man das sich entbindende Gas auffing, um es zu analysiren; immer findet sich in dem Rückstande der Analyse eine veränderliche und manchmahl ziemlich beträchtliche Menge Stickgas. Die letzte Spalte der Tabelle giebt an, wie viel Stickgas jede der untersuchten Gasarten in der Analyse gegeben hat.

Auch Thomson hat in den brennbaren Gasarten, die er bei der Destillation von Torf auffing, Stickgas, und in noch größserer Menge, als ich bei meinen Versuchen, gefunden. Salpetergas bewirkte eine Raumverminderung in diesen brennbaren Gasarten, woraus er schliesst, dass sie, ungeachtet aller Sorgfalt, die er angewendet habe sie unvermischt zu erhalten, doch mit atmosphärischer Luft gemengt waren. Er bestimmte die Menge derselben aus jener Raumverminderung

des brennbaren Gas mit Salpetergas, nach einer Formel, welche von Dalton herrührt, und zog sie von dem brennbaren Gas ab, um das rechte specifische Gewicht desselben und das wahre Verhältniss der Bestandtheile zu finden.

Ich habe dieses Mittel auf mehrere der von mir analysirten brennbaren Gasarten angewendet, die Menge des Stickgas, welche es angab, blieb aber immer unter der, welche die Analyse nachwies. Ich sah mich daher nach einem andern Hülfsmittel um und versuchte, den Sauerstoff der atmosphärischen Luft durch flüssigen Schwefel-Wasserstoff-Kalk abzuscheiden. Aber jene brennbaren Gasarten lösen sich selbst in bedeutender Menge in dieser Flüssigkeit auf. Nachdem ich sie mit ihr geschüttelt hatte, verminderten sie sich indess nicht mehr mit Salpetergas, und dieses berechtigt uns, zu schliessen, dass ihre Raumverminderung mit diesem Gas vor dem Schütteln mit flüssigem Schwefel-Wasserstoff-Kalk, in der That auf einer Beimengung von atmosphärischer Luft beruht, woher auch diese atmosphärische Luft rühre.

Es ist nach allem diesen so gut als gewiss, dass ein Theil des Stickgas, welches sich in den hier mitgetheilten Analysen gefunden hat, von atmosphärischer Luft herrührte, die den brennbaren Gasarten beigemengt war. Der folgende Versuch macht es aber wahrscheinlich, dass ein Theil dieses Stickgas aus der Kohle selbst herrührte.

Ich erhitzte Kohle in der stärksten Gluth einer Schmiede, warf sie, als sie noch sehr warm war, zugleich mit Quecksilberoxyd schnell in eine kleine Porcellainretorte, setzte diese sogleich in einen Ofen, sperrte ihren Hals mit Quecksilber, um allen Zutritt von Feuchtigkeit abzuhalten, und gab Feuer, wobei ich das Gas, welches überging, erst lange Zeit in das Freie entweichen liess, und dann in einer grossen Flasche voll Wasser, das so eben lange Zeit über gekocht hatte, auffing. Nachdem dieses geschehen war, schüttelte ich die Flasche, damit alles kohlensaure Gas von dem noch übrigen Wasser verschluckt würde. Der Rückstand bestand aus Sauerstoffgas, das mit einer ziemlich beträchtlichen Menge Stickgas vermischt war. Und doch hatte ich mich vor dem Versuche überzeugt, dass das Quecksilberoxyd, welches für diesen Versuch mit grosser Sorgfalt bereitet worden war, wenn es für sich durch Hitze zersetzt wurde, nichts als Sauerstoffgas, ohne alle Beimischung von Stickgas, hergab. Beim Wiederholen dieses Versuchs habe ich verschiedene Gasportionen einzeln aufgefangen, und gefunden, dass der Antheil, welcher sich zuletzt entband, das mehreste Stickgas enthielt.

Als ich den letzten Antheil des brennbaren Gas, den Kohle beim Destilliren, wenn die Hitze am mehresten verstärkt ist, hergiebt, analysirte, fand sich, dass auch er noch Stickgas enthielt.

Aus diesen Versuchen wird es mir wahrscheinlich, daſs ein Theil des Stickgas, welches ich erhielt, aus der Kohle selbst herrührte, und daſs Kohle, die man der stärksten Hitze ausgesetzt hat, noch Stickstoff in ihrer Mischung enthält. Da indeſs mit noch gröſserer Zuverläſsigkeit dargethan war, daſs das Stickgas, welches sich bei den zerlegten brennbaren Gasarten fand, zum Theil von beigemengter atmosphärischer Luft herkam, so habe ich bei den Bestimmungen, welche man in der Tabelle aufgeführt findet, angenommen, daſs alles diesen Ursprung habe, und die Menge der beigemengten atmosphärischen Luft diesem zufolge aus der Menge Stickgas, welche die Analyse gab, berechnet, und sie von dem Gas abgezogen. Die Ungewiſsheit, welche hierbei bleibt, ist unbedeutend; denn wenn man die Rechnung nach den durch unmittelbare Beobachtung gegebenen Datis führt, so erhält man die verhältniſsmäſsige Menge des Sauerstoffs nur um ein Weniges kleiner, und auf sie kommt es uns hier ganz vorzüglich an.

Noch muſs ich bemerken, daſs bei dem eben beschriebenen Versuche, (als Kohle mit Quecksilberoxyd im eingeschlossenen Raume erhitzt wurde,) zu Anfang der Operation einige Tropfen Wasser übergingen; und doch war die Kohle zuvor der stärksten Hitze ausgesetzt worden, und im Quecksilberoxyd läſst sich Anwesenheit von Wasser nicht vermuthen. Es ist bekannt, daſs

Landriani und van Marum dieselbe Beobachtung mit Bleioxyd gemacht haben.

4.

Aus den hier erzählten Versuchen sieht man, dass alle Gasarten, welche ich durch Destillation und durch Wasserzersetzung aus Kohle unter abgeänderten Umständen erhalten habe, zu der Klasse der oxydirten Kohlen-Wasserstoff-Gase gehören. Dasselbe ist der Fall mit den Gasen, welche bei Zersetzung von Kampher und Oehl durch Hitze entstehen. Herr von Saussure hat dargethan, dass die brennbaren Gasarten, in welche sich Aether und Alkohol verwandeln, wenn sie durch glühende Porcellainröhren steigen, ebenfalls oxydirtes Kohlen-Wasserstoffgas sind. Eben dahin gehört, nach Thomson's Untersuchung, das Gas, welches übergeht, wenn man Torf destillirt.

Die Zahl dieser genau untersuchten brennbaren Gasarten, welche man aus so verschiedenen Körpern und auf so verschiedenen Wegen dargestellt hat, scheint mir hinlänglich zu seyn, um uns zu dem Schluss zu berechtigen, dass *alle* Gasarten, welche man bisher mit dem Namen *Kohlen-Wasserstoffgas* (*hydrogènes carburés*) bezeichnet hat, für *oxydirte-Kohlen-Wasserstoffgase* (*hydrogènes oxicarburés*) zu nehmen sind, wie das schon Murrai vermuthet hatte.

Die grosse Verschiedenheit, welche wir in ihrer Zusammensetzung und in ihrem specifischen

Gewichte finden, je nachdem sie aus andern Körpern und unter andern Hitzegraden entwickelt worden, und die Umstände sonst verschieden sind, kann jedoch nicht daraus erklärt werden, wie es Herr Henry gethan hat, daſs sie Mischungen aus vier brennbaren Gasarten sind, aus Wasserstoffgas, Kohlen-Wasserstoffgas, öhlerzeugendem Gas und gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd. Denn 1) ist es eine ganz willkührliche Annahme, daſs in den Gasarten, welche man aus Kohle und aus andern vegetabilischen und thierischen Körpern erhält, reines Wasserstoffgas enthalten sey. 2) Hat man in der Natur noch kein Kohlen-Wasserstoffgas gefunden; und Cruickshank hat, um es als Resultat seiner Analysen ansehen zu dürfen, darin einen Gehalt an Wasser annehmen müssen, der ganz unzulässig ist. Endlich läſst sich 3) nicht annehmen, daſs in Gasarten, welche eine groſse Hitze erlitten haben, öhlerzeugendes Gas gegenwärtig sey; denn dieses Gas zersetzt sich in der Hitze, wie die Gesellschaft Amsterdamer Chemiker gefunden hat. Es scheint mir daher auſser Streit zu seyn, daſs die oxydirten Kohlen-Wasserstoffgase in ihren Mischungs-Verhältnissen einer unbestimmten Verschiedenheit unterworfen sind.

Einigen dieser Gasarten, welche keine sehr groſse Hitze erduldet haben, scheint in der That *öhlerzeugendes Gas* beigemengt zu seyn. So z. B. habe ich gefunden, daſs Gas, welches sich bei Zersetzung des Oehls durch Hitze entwickelt, wenn

es mit oxygenirt salzsaurem Gas gemengt wird, eine Raumverminderung erleidet. Dieses veranlaſste mich, dieses Gas bei möglichst geringer Wärme zu bilden, und nun verwandelte es sich durch Einwirkung von oxygenirt salzsaurem Gas gänzlich in Oehl, wie das mit öhlerzeugendem Gas geschieht, welches man bei der Aetherbildung auffängt. Ich hätte gewünscht, das öhlerzeugende Gas analysiren zu können; wenn man aber so viel davon nimmt, als zu einer guten Analyse nöthig ist, so detonirt es mit Sauerstoffgas so gewaltsam, daſs mir zwei sehr starke Eudiometer zersprengt wurden. Daſs es Sauerstoff in seiner Mischung enthält, davon ist das übrigens schon ein hinreichender Beweis, daſs es sich, wie die Amsterdamer Chemiker gefunden haben, beim Durchtreiben durch ein glühendes Porcellainrohr *in ein* Gas verwandelt, welches ganz dem ähnlich ist, das aus Aetherdampf, der durch ein glühendes Rohr steigt, entsteht.

Ueber das *gasförmige Kohlenstoff-Oxyd* lasse ich mich hier in keine neuen Erörterungen ein, sondern begnüge mich mit einigen Bemerkungen.

Herr Thomson hat mit seinem gewöhnlichen Scharfsinne die Meinung, welche ich von diesem Gas habe, untersucht. Meinem, gegen die Annahme, es bestehe bloſs aus Kohlenstoff und Sauerstoff, geäuſserten Bedenken, daſs man dann eine Verbindung denken müſste, die specifisch leichter als der leichteste ihrer Bestandtheile

sey, setzt er das oxydirte Stickgas entgegen, welches schwerer als das Salpetergas sey, obgleich es von dem leichtern Bestandtheile mehr als dieses letztere enthalte. Ich weiss sehr wohl, dass sich viele andere Beispiele anführen lassen, in welchen bei gewissen Mischungs-Verhältnissen eine grössere Verdichtung als bei andern Statt findet, in welchen die gegenseitige Wirkung minder energisch ist, unabhängig von den specifischen Gewichten der Elemente; bis jetzt aber würde das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd das einzige Beispiel einer gasförmigen Verbindung seyn, welche specifisch leichter als *der leichteste* ihrer Bestandtheile wäre.

Es scheint mir sehr schwierig zu seyn, das Dunkel, welches auf diesem Gegenstande ruht, zu zerstreuen. Denn da das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd beim Detoniren mit Sauerstoffgas sehr viel kohlensaures Gas bildet, so entzieht sich die geringe Menge von Wasser, die zugleich entsteht, und sich über eine grosse Oberfläche verbreitet, allen unsern Beobachtungsmitteln. Ich habe indess durch folgenden Versuch die Gegenwart desselben sichtbar gemacht. Ich setzte natürlichen kohlensauren Baryt in einem Platintiegel einer grossen Hitze aus, füllte ihn alsdann schnell, zugleich mit recht trockener Eisenfeile, in eine Porcellainretorte, und gab Feuer. Das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd, welches sich nun entband, wurde aufgefangen und in einem recht trockenen und

immer noch Sauerstoff, und es ist nicht wahrscheinlich, dass in dem Zeitpunkte, wenn die Hitze auch von jenem Gas nichts mehr entbinden kann, aller Wasserstoff die Kohle verlassen habe, in der er durch Verwandtschaft zurück gehalten wird.

Ich halte daher die gewöhnliche, dem *Anscheine* nach recht trockene Kohle für eine Verbindung aus Wasser, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Durch Einwirkung der Hitze auf sie vermindert sich das Wasser und wird zersetzt; auch vermindert sich das Verhältniss, worin Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff ihr beigemischt sind. Aber auch dann, wenn sich durch blosse Hitze aus der Kohle nichts mehr austreiben lässt, enthält sie noch immer einen ziemlich grossen Antheil Wasserstoff, den man gewahr wird, wenn man die Kohle mit einem Metalloxyde, und ganz vorzüglich, wenn man sie mit Schwefel behandelt. Auch enthält sie dann wahrscheinlich noch Sauerstoff und ein wenig Stickstoff *).

*) Noch am Schlusse dieses Aufsatzes ersuche ich den Leser, die Benennung *oxydirtes* - Kohlen - Wasserstoffgas für *gas hydrogène oxicarburé*, deren ich mich durchgängig bedient habe, in die richtigere, *oxygenirtes* - Kohlen - Wasserstoffgas, zu verwandeln, mit der ich es hinfüro stets bezeichnen werde. *Gilbert.*

IV.

Ueber
das brennbare Gas, welches sich während der Destillation von Torf bildet,

von

THOMAS THOMSON, M. D., F. R. S.

Frei bearbeitet von Gilbert *).

Es ist allgemein bekannt, daſs, wenn man Pflanzenkörper in verschlossenen Gefäſsen erhitzt, sie sich zersetzen und unter andern Produkten eine bedeutende Menge brennbares Gas entwickeln, welches nach Verschiedenheit des Pflanzenkörpers und des Grades der Hitze, in den dieser versetzt worden, im specifischen Gewichte, in der Farbe der Flamme, mit der es brennt, und in andern

*) Hr. Thomson hat dieſs Untersuchungen in dem April-Hefte 1807 des phys.-chem. Journ. Nicholson's bekannt gemacht. Bei der Klarheit des Vortrags, durch die sie sich auszeichnen, und bei der Kürze, in der ich sie hier darstelle, darf ich glauben, daſs sie jedem meiner Leser, den die *Thermolampe* interessirt, Vergnügen machen werden, auch wenn er an der wichtigen chemischen Erörterung über die Natur der brennbaren Gasarten, von denen der vorhergehende und dieser Aufsatz handeln, wenig Antheil nehmen sollte. Denn das Verkohlungsgefäſs der Thermolampe läſst sich eben so gut mit Torf als mit Holz und Steinkohlen anfüllen, und wir lernen daher aus diesen Versuchen wenigstens Eine Art des brennbaren Wesens genauer kennen, dessen überraschendes Flammenspiel wir in der Thermolampe bewundern. **Gilbert.**

Eigenschaften verschieden ist. Die Untersuch
dieser brennbaren Gasarten gehört jetzt zu
Schwierigsten in der pneumatischen Chemie;
der ihre Zahl, noch ihre Bestandtheile sind geh
ausgemittelt, und mehrere der scharfsinnig
und am besten unterrichteten Chemiker sind ü
sie entgegengesetzter Meinung. Nach Einigen
len sich alle auf drei hinlänglich bekannte Ga
ten zurückbringen lassen; nach Andern giebt
dagegen ihrer unendlich viel verschiedene. D
wir alle brennbaren Gasarten, die es möglich
aus Pflanzenkörpern zu bilden, schon kenn
sollten, ist bei dem noch so unvollkommenen Z
stande unserer chemischen Kenntnisse nicht gla
lich. Umgekehrt ist es aber für die Fortschri
der Wissenschaft zu hoffen, dass die entgegeng
setzte Lehre gleichfalls ungegründet sey; de
gäbe es dieser Gasarten eine unbestimmte Meng
so würde es nicht bloss eine widrige und ho
nungslose Arbeit, sondern selbst eine unnüt
Spielerei seyn, sie untersuchen zu wollen.

Es sind bis jetzt drei verschiedene brennba
Gasarten aus Pflanzenkörpern bekannt und n
hinlänglicher Genauigkeit charakterisirt.

1) Das *gasförmige Kohlenstoff-Oxyd*, we
ches zuerst von Cruickshank untersucht u
zerlegt worden ist, und das sich, wie Hr. Hen
vor Kurzem gezeigt hat, nicht selten während d
Destillation von Pflanzenkörpern erzeugt. D
Charaktere desselben sind: ein specifisches G

wicht, das dem der atmosphärischen Luft nahe kommt; das Brennen mit blauer Flamme; die geringe Menge von Sauerstoffgas, welche es dabei verzehrt; und die grosse Menge von kohlensaurem Gas, welche es bildet.

2) Das *Kohlen-Wasserstoffgas*, welches in warmer Witterung von selbst aus Sümpfen hervorsteigt, genau 0,6 vom specifischen Gewichte der atmospärischen Luft hat, mit weisser Flamme brennt, dabei das Doppelte seines Volumens an Sauerstoffgas verzehrt, und genau ein dem seinigen gleiches Volumen kohlensaures Gas bildet.

3) Das *öhlerzeugende Gas*, welches entsteht, wenn man 4 Theile Schwefelsäure mit 1 Theil Alkohol destillirt, und das sich, wie Herr Henry gezeigt hat, beim Verbrennen von Pechkohle in grosser Menge entwickelt. Es wird dadurch charakterisirt, dass es, wenn man es mit 3 mahl seinem Volumen oxygenirt-salzsaurem Gas vermischt, die Gasgestalt verliert, und die Gestalt eines Oehls annimmt. Das specifische Gewicht desselben ist 0,9 des der atmosphärischen Luft; und es brennt mit einer gelblich-weissen Flamme, der des Oehles gleich, wobei es mehr Licht als andere Gasarten verbreitet, das Dreifache seines Volumens Sauerstoff verzehrt, und das Doppelte seines Volumens kohlensaures Gas bildet.

Die mehresten Chemiker sehen jetzt die erste dieser Gasarten für eine Verbindung von Koh-

lenstoff mit Sauerstoff, und die beiden letztern als Verbindungen von Kohlenstoff mit Wasserstoff an, und zwar enthält nach ihnen von dem letzteren Stoffe das öhlerzeugende Gas verhältnissmäsig mehr als das Kohlen-Wasserstoffgas.

Verdienen die folgenden Versuche einiges Zutrauen, so bildet das Gas, welches den Gegenstand dieser Abhandlung ausmacht, eine *vierte* Art von brennbarem Gas aus Pflanzenkörpern, der man den Namen *oxygenirtes Kohlen-Wasserstoffgas* geben könnte. Berthollet hat mit diesem Namen das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd bezeichnet, das *Gas aus Torf* hat aber darauf mehr Anspruch. Sollte ich in Irrthümer gerathen seyn, so wird die Schwierigkeit der Untersuchung mich entschuldigen.

1.

Das Gas, welches beim Destilliren von Torf übergeht, ist, so viel ich weiss, bisher bloss von Hrn. Henry in Manchester untersucht worden; sein Gas hatte aber wesentlich verschiedene Eigenschaften von dem meinigen, und scheint daher von einer andern Natur gewesen zu seyn. In der That habe ich mich durch Versuche überzeugt, dass verschiedene Arten Torf Gas verschiedener Art hergeben, bin aber nicht so glücklich gewesen, darunter ein Gas zu finden, das die Eigenschaften gehabt hätte, welche Herr Henry beschreibt; ohne Zweifel, weil der Torf, den er

gebraucht hat, sehr verschieden von allem Torfe war, den ich mir habe verschaffen können.

Mir hat zu allen meinen Versuchen der Torf gedient, den man in Edinburg gewöhnlich feil hat. Er ist sich in seinen Eigenschaften sehr gleich: weich, von brauner Farbe, von sehr schwammigem und losem Gewebe, und hat zum specifischen Gewichte 0,600. Erhält man ihn in einer Hitze von 300° Fahrenh., so verliert er $\frac{1}{4}$ an Gewicht. Zwischen 400 und 500° F. fängt er an zu rauchen und verkohlt, wobei sich der gewöhnliche Dunst des brennenden Torfs verbreitet. Wird er in verschlossenen Gefäsen bis zum Rothglühen erhitzt, so läst er eine sehr zerbrechliche Kohle zurück, deren Gewicht $\frac{1}{4}$ von dem des Torfes beträgt. Verbrennt er unter freiem Zutritt der Luft, so bleibt eine gelblich-graue Asche übrig, die Eisen enthält, und $\frac{1}{100}$ des Gewichts des Torfs beträgt. Guter Torf ist dichter, zersetzt sich nicht so leicht, und nähert sich mehr der Kohle.

Um den Einfluss der Temperatur zu bestimmen, wurde der in kleine Stücke geschnittene Torf in irdenen unglasirten Retorten oder in Flaschen aus Gusseisen sehr verschiedenen Graden von Hitze ausgesetzt; bald wurde er lange in einer Temperatur unter 500° F. erhalten, und diese dann manchmahl, wenn kein Gas mehr überging, bis zum Glühen verstärkt; bald wurde die Retorte gleich Anfangs zum Rothglühen gebracht. Der

Erfolg war indefs nicht ganz genügend; denn zu Zeiten gaben verschiedene Hitzegrade ganz dasselbe Gas; andere Mahle dagegen variirte das Gas, obgleich alle Umstände des Processes so genau als möglich dieselben waren; welches ich geneigt bin, Verschiedenheiten im Torfe zuzuschreiben.

Das Gas kam sehr bald, und war Anfangs mit viel kohlensaurem Gas vermischt; dieses verminderte sich, so wie der Process fortging, immer mehr, verschwand aber nur in einem einzigen Falle gänzlich. Der Torf gab viel weniger Gas, als man aus einem gleichen Volumen Holz oder Steinkohle erhält, welches sich aus seiner viel gröfsern Leichtigkeit erklärt. Nie habe ich das Gas rein erhalten; denn aufser kohlensaurem Gas enthielt es immer auch atmosphärische Luft, die nach Verschiedenheit des Processes $\frac{1}{8}$ *bis* $\frac{1}{4}$ der ganzen Gasmenge ausmachte, und deren Menge stets am gröfsten war, wenn ich mich der Flaschen aus Gufseisen bedient hatte, welche kleiner als die thönernen Retorten waren, und mir daher nicht erlaubten, so viel von der Luft, die zuerst kam, entweichen zu lassen. Diese Gegenwart atmosphärischer Luft läfst sich nicht wohl irgend einer andern Ursache zuschreiben, als dafs die Gefäfse nicht luftdicht schlossen; denn die Röhren, welche das Gas aus den Gefäfsen in die Wasserwanne leiteten, waren ganz. Was die thönernen Retorten betrifft, so ist es hinlänglich bekannt, dafs sie der Luft den Durchtritt erlauben.

Anfangs wusch ich das erhaltene Gas in einer großen Menge Wasser; da ich aber fand, daß dieses nicht hinreichte, um alles kohlensaure Gas abzuscheiden, so wusch ich nachmahls das Gas mit Kalkwasser. Die Menge der beigemischten atmosphärischen Luft bestimmte ich durch Salpetergas nach der Methode Dalton's *), nachdem ich mich zuvor selbst von der Genauigkeit dieser Methode durch wiederholte Versuche überzeugt hatte. Ich ließ etwas von dem zu untersuchenden Gas in eine lange und enge, nach Hundertel eines Cubikzolls abgetheilte Glasröhre steigen, sah, wie viel es darin einnahm, setzte danach einen bestimmten Antheil Salpetergas zu, der in einer ähnlichen Glasröhre abgemessen worden war, und bemerkte die Raumverminderung; sie erfolgt jedes Mahl, wenn das zu untersuchende Gas atmosphärische Luft enthält. Diese Raumverminderung mit 0,36842 multiplicirt, giebt an, wie viel Hundertel Cubikzoll Sauerstoffgas in dem brennbaren Gas vorhanden waren **), und nimmt man diese Menge 5 Mahl, so hat man sehr nahe das Volumen der beigemengten atmosphärischen Luft.

Auf diese Art habe ich gefunden, daß das brennbare Gas, welches bei der ersten Destillation

*) Siehe diese *Annalen*, 1807. St. 12. oder B. 27. S. 375.
Gilbert.

**) Es sind nämlich $\frac{21}{57}$ = 0,36841, und nach Dalton's Bestimmung verbinden sich unter diesen Umständen stets 21 Maaß Sauerstoffgas mit 36 Maaß Salpetergas. S. am angef. Orte, S. 378. *Gilbert.*

des Torfs übergeht, und mit dem ich die mehre sten Versuche gemacht habe, in 100 Theilen 1: Theile atmosphärische Luft enthielt.

2.

Die *Eigenschaften* dieses Gas sind folgende:

1) Es hat einen eigenen brenzlichen Geruc dem ähnlich, der sich beim Destilliren von Stei kohlen und überhaupt von Pflanzenkörpern ve breitet. Dieser Geruch wird dem Gas durch Schü teln mit Wasser oder mit Kalkwasser nicht benon men, wohl aber durch Waschen mit tropfbare oxygenirter Salzsäure. Man schreibt ihn gewöhr lich einer geringen Menge brenzlichen Oehls z welches das Gas aufgelöset enthalten soll; dies ist indess noch durch keine directen *Versuche* b währt worden.

2) Wenn es über Wasser steht, wird das V lumen desselben nicht merklich vermindert. Au oxygenirt-salzsaures Gas bewirkt darin keine Rau verminderung; ein Zeichen, dass es keine wal zunehmende Menge öhlerzeugendes Gas enthäl

3) Es wirkt äusserst tödtlich, wenn man in die Lungen einzieht. Vor einigen Jahren w te ich einen grossen Luftbehälter, der mit (von destillirtem Holze angefüllt war (welc wahrscheinlich dem aus Torf ähnlich ist), schn leeren, und hatte die Unvorsichtigkeit, du Saugen zu Hülfe kommen zu wollen. Nach

gefähr zwei Einſaugungen fiel ich ohne Bewuſst-
ſeyn nieder; mein Bedienter hielt mich für todt,
lief voll Schrecken fort, um Hülfe herbei zu ho-
len, und als er wieder kam, war ich noch nicht
zum Bewuſstſeyn zurück gekommen. Ich erinner-
te mich nachmahls ſehr beſtimmt, daſs ich bei
dem Einſaugen der Luft aus der Röhre nicht die
geringſte unangenehme Empfindung verſpürt hat-
te; dieſe trat aber ein, als ich wieder zu mir
zu kommen anfing, und dauerte ſchwächer den
übrigen Theil des Tages hindurch fort.

4) Das ſpecifiſche Gewicht dieſes Gas iſt
0,8358, das der atmoſphäriſchen Luft 1 geſetzt.
Nachdem es einen Monath lang über einem offnen
Trog mit Waſſer geſtanden hatte, war das ſpeci-
fiſche Gewicht 0,8354, alſo nur um ein Zwölftau-
ſendtel kleiner, und ſelbſt dieſer Unterſchied iſt
vielleicht nur auf Rechnung der unvermeidlichen
Fehler der Verſuche zu ſetzen, obgleich ich dieſe
mit möglichſter Sorgfalt angeſtellt habe. — Da
das Gas nicht rein war, ſondern, wie wir vorhin
geſehen haben, 12 Procent atmoſphäriſche Luft
enthielt, es jetzt aber vollkommen bewieſen iſt,
daſs, wenn zwei Gasarten vermiſcht werden, wel-
che ſich, wie dieſe, nicht innig verbinden können,
ihr Raum ſich nicht merkbar vermindert; ſo läſst
ſich aus dieſen Datis das ſpecifiſche Gewicht des *ganz
reinen* brennbaren Gas aus Torf durch Rechnung
finden. Iſt nämlich das Volumen der beigemeng-
ten atmoſphäriſchen Luft A und das des reinen

brennbaren Gas B, das specifische Gewicht des erstern a, des zweiten x, und des gemischten Gas c, so ist $Ac + Bc = Aa + Bx$, folglich $x = \frac{Ac + Bc - Aa}{B}$. In gegenwärtigem Falle ist $A = 12$, $B = 88$, $a = 1$, $c = 0{,}8354$, also $x = 0{,}8128$. Das Gewicht von 100 Cubikzoll des ganz reinen brennbaren Gas beträgt diesem zufolge, bei 60° F. Wärme und bei dem mittlern Barometerstande, 25,18 engl. Gran.

5) Läſst man dieses Gas aus einer engen Oeffnung in die freie Luft strömen, und bringt ein brennendes Wachslicht damit in Berührung, so fängt es Feuer und brennt mit einer schönen bläulich rothen Flamme. Wird es mit atmosphärischer Luft nach irgend einem Verhältnisse, bei welchem es noch brennt, vermischt, und *in einem* verschlossenen Gefäſse durch einen elektrischen Funken entzündet, so ist die Farbe der Flamme immer ein blasses Blau. Mit Sauerstoffgas in geringer Menge vermischt, brennt es mit röthlich blauer Flamme; mit gleichen Theilen Sauerstoffgas vermengt dagegen mit einer schönen weiſsen Flamme. Nach dem Verbrennen läſst sich jedes Mahl kohlensaures Gas in dem Detonationsgefäſse entdecken, und immer vermindert sich dabei das Volumen der Gasmischung.

6) Um uns von den Veränderungen, welche in diesem Gas vorgehen, wenn es in atmosphärischer Luft oder in Sauerstoffgas verbrennt, genaue

Begriffe zu verſchaffen, ſind bei den geringen Mengen des Gas, mit denen ſich operiren läſst, eine groſse Zahl von Verſuchen unentbehrlich, um aus ihnen das Mittel zu nehmen. Ich befolgte bei dieſen Verſuchen den folgenden Plan: Ehe ich eine Reihe von Verſuchen anfing, unterſuchte ich das brennbare Gas, welches mir dazu dienen ſollte, auf die eben angegebene Art ſo genau als möglich, wobei angenommen wurde, die atmoſphäriſche Luft beſtehe aus 0,21 Sauerſtoffgas und 0,79 Stickgas. Darauf unterſuchte ich das zum Detoniren beſtimmte *Sauerſtoffgas*, indem ich zu 20 Maaſs 36 Maaſs Salpetergas in eine enge eingetheilte Röhre ſteigen lieſs, die Abſorption beobachtete, und davon 0,36842 nahm, welches den wahren Gehalt an Sauerſtoffgas in 20 Maaſs des angewendeten Gas anzeigte. Ein jedes ſolches Maaſs betrug 0,01 Cubikzoll. Das Sauerſtoffgas habe ich theils aus ſchwarzem Manganesoxyd, theils aus oxygenirt-ſalzſaurem Kali entbunden, und es mit Fleiſs von ſehr verſchiedenen Graden der Reinheit genommen, um, wo möglich, die Einwirkung des Stickgas bei dem Verbrennen zu erforſchen. Von dem verbrennlichen Gas nahm ich zum Detoniren immer 30 Maaſs oder 0,3 Cubikzoll. Dieſes Gas und das Sauerſtoffgas wurden jedes einzeln in engen Röhren gemeſſen, und dann eins nach dem andern in eine cylindriſche Glasröhre übergefüllt, die mit dem nöthigen Apparate, um einen elektriſchen Funken durch das

Gasgemisch hindurch zu leiten, versehen, und entweder voll Wasser oder voll Quecksilber war, je nachdem ich die Detonation über jenes oder über dieses veranstalten wollte. Unmittelbar nach der Detonation wurde der Gasrückstand in eine lange enge Röhre übergeleitet, dann das Volumen desselben gemessen, und dann das Gas mit Kalkwasser geschüttelt; die Absorption, welche es dabei erlitt, gab die Menge des beim Detoniren entstandenen kohlensauren Gas an. In einigen Fällen setzte ich diesem von kohlensaurem Gas befreiten Gasrückstande eine neue Portion Sauerstoffgas zu, detonirte noch einmahl, maafs die Absorption, und bestimmte, wie viel von dem neuen Rückstande von Kalkwasser verschluckt wurde; bei den mehresten Versuchen unterliefs ich dieses aber, weil es bei ihnen überflüssig war. Den Gehalt des Gasrückstandes an Sauerstoffgas bestimmte ich auf die vorhin beschriebene Weise durch Salpetergas, in einer engen langen Röhre, und zog ihn und die aus den ersten Versuchen bekannte Menge Stickgas ab; blieb dann noch etwas übrig, so nahm ich es für nicht verzehrtes brennbares Gas. Bei einigen Versuchen schien mir dieses Verfahren nicht genau genug zu seyn, und ich wusch daher den durch Salpetergas seines Sauerstoffgas beraubten Gasrückstand mit einer gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Eisen so lange, bis alles Salpetergas verschluckt war; zog von dem Gas, was zurück blieb, die Menge Stick-

gas ab, welche das Salpetergas enthalten hatte, und verglich nun den Ueberreſt mit dem Volumen Stickgas, welches gleich zu Anfang dem brennbaren Gas beigemiſcht geweſen war. Betrug er mehr, ſo nahm ich den Unterſchied für nicht verzehrtes brennbares Gas. In Abſicht dieſes nicht verzehrten Rückſtandes an brennbarem Gas bleibt freilich einige Ungewiſsheit; denn die Gegenwart deſſelben läſst ſich nicht unmittelbar nachweiſen, da es mit Sauerſtoffgas nur dann verbrennt, wenn es in beträchtlicher Menge da iſt; dieſer Ungewiſsheit ungeachtet läſst ſich doch zu hinlänglich genügenden Reſultaten gelangen, wenn man die Menge und die Reinheit des Sauerſtoffgas, womit man das brennbare Gas detonirt, auf vielerlei Weiſe abändert.

7) Wenn man das Gas aus Torf nur mit einem gleichen Volumen *atmoſphäriſcher Luft* vermiſcht, ſo läſst es ſich nicht entzünden; wohl aber, wenn man es mit dem Doppelten bis Fünffachen ſeines Volumens an atmoſphäriſcher Luft verſetzt. Das Verbrennen geſchieht am vollſtändigſten, wenn zu 1 Maaſs brennbarem Gas 3 Maaſs atmoſphäriſche Luft hinzugeſetzt werden. Mit 5 Maaſs iſt die Flamme ſehr ſchwach, doch verbrennt noch der gröſste Theil des Gas. — Das brennbare Gas aus Torf, mit dem ich die folgenden Verſuche angeſtellt habe, enthielt 12 Procent atmoſpäriſche Luft, und wurde über Waſſer mit zugeſetzter atmoſphäriſcher Luft detonirt.

von denen die erste in 100 Maafs, 57,9 Maafs Sauer-stoffgas und 42,1 Maafs Stickgas, die zweite 47,89 Maafs Sauerstoffgas und 52,11 Maafs Stickgas ent-

	a			
	1.	2.	3.	4.
Erste Detonation:	M.	M.	M.	M.
unreines brennbares Gas	30	30	30	30
unreines Sauerstoffgas	8	12	16	20
welche nach den vorläufigen Versuchen				
ent- hiel- ten { reines brennbares Gas		26,4	26,4	26,4
{ Sauerstoffgas		7,71	10,03	12,35
{ Stickgas		7,89	9,57	11,25
Es blieb Gasrückstand	entzündeten sich nicht	35	53	37,5
u. nach d. Waschen mit Kalkwasser		32	28	32
Also erzeugtes kohlensaures Gas		3	5	5,5
Zweite Detonation:				
zugesetztes unrein. Sauerstoffgas		12	16	20
besteh. aus { reinem Sauerstoffgas		6,96	9,28	11,60
{ Stickgas		5,04	6,72	8,40
Es blieb Gasrückstand		32	34	36
u. nach d. Waschen m. Kalkwass. (α)		26	28,5	27
Also erzeugtes kohlensaures Gas		6	5,5	9
Es wurde *Salpetergas* zugesetzt		20	21	31
und blieb Rückstand		43	38	46
Also enthielt (α)				
Sauerstoffgas		1,10	4,23	4,42
Stickgas		12,93	16,29	19,65
unverzehrtes brennbares Gas		11,97	7,98	2,93

In der *ersten* Klasse dieser Versuche (dem zweiten bis sechsten), bei welchen gleich Anfangs so wenig Sauerstoffgas zugesetzt worden war, dafs sie *zwei* Detonationen zuliefsen, verbrannte niemahls alles brennbare Gas; des Rückstandes war aber immer weniger, je mehr Sauerstoffgas zugesetzt wurde, und bei dem sechs-

ten

elt. Die mit der erftern angeftellten Verfuche bezeich-
ich mit *a*, die mit der zweiten angeftellten mit *b*.
e Detonationen gefchahen über Waffer.

				b					
.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
	30	30	30	20	20	20	20	20	20
	28	32	36	40	60	80	80	80	100
4	26,4	26,4	26,4	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
7	16,99	19,31	21,63	19,70	29,30	38,90	38,90	38,90	48,39
93	14,61	16,29	17,97	22,70	33,10	43,50	43,50	43,50	54,01
	36	39	41	38	57	78	77	77	97
	26,5	27	31	28	43,5	61	62	64	83
	9,5	12	10	10	13,5	17	15	13	14
	28	32							
92	16,24								
98	11,76		fand kein Entzünden mehr Statt.						
	46	59							
	38	59							
	8								
	36	44	26	27	31	48	56	49	62
	46	47	43	34	46	46	65	58	64
53	10,31	2,10	5,16	4,05	10,50	23,21	19,52	20,26	30,94
1	26,47	16,29	17,97	22,70	-0,10	-3,7	-1,07	43,5	-1,95
6	1,22	8,61	7,87	1,25	0	0	0	0,24	0

Verfuche betrug er nur $\frac{1}{22}$ der ganzen detonirten
nge des brennbaren Gas. Nach dem erften Deto-
en konnte ich in dem Gasrückftande gar kein Sauer-
ffgas entdecken, äufser wenn deffelben fo viel ge-
fen war, dafs der Verfuch hart an der Gränze derer
nd, die nur eine Detonation zuliefsen. Ziehen wir

daher die Menge des im letzten Rückstande vorhandenen brennbaren Gas und Sauerstoffgas von den zum Detoniren gebrauchten Mengen dieser Gasarten ab, so erhalten wir die Mengen, welche sich mit einander verzehrt haben.

	Erste Detonation:			Zweite Detonation:		
	es verzehrt. sich		entst.	es verzehrt. sich		entst.
	reines brenn-bar. G.	Sauer-stoff-gas.	koh-lens. Gas.	reines brenn-bar. G.	Sauer-stoff-gas.	koh-lens. Gas.
Vers.	Maass.	Maass.	Maass.	Maass.	Maass.	Maass.
2	2,29	7,71	3	12,14	5,86	6
3	7,97	10,03	5	10,45	5,05	5,5
4	5,65	12,35	5,5	7,82	7,18	9
5	9,33	14,67	7	14,71	7,29	10
6	14,51	16,99	9,5	10,67	5,93	8
Mittel	7,95	12,35	6	11,16	6,26	7,7

Im Mittel aus diesen 5 Versuchen verzehrten also beim ersten Detoniren 100 Maass brennbares Gas, 155,35 M. Sauerstoffgas, und gaben 75,48 M. kohlensaures Gas; beim zweiten Detoniren dagegen verzehrten 100 M. brennbares Gas, 55,19 M. Sauerstoffgas, und gaben 69 M. kohlensaures Gas. Verhältnissmäſsig wurde also beim ersten Detoniren sehr viel mehr Sauerstoffgas als beim zweiten verzehrt; auch war diese Detonation viel lauter, und die Flamme dabei weiſs, indeſs beim zweiten Detoniren jedes Mahl eine blaue Flamme erschien. Dagegen war die Raumverminderung bei der zweiten Detonation immer gröſser als bei der er-

ften. Wenn verhältnifsmäfsig die kleinfte Menge Sauerftoffgas zugefetzt war, wurde in der erften Detonation verhältnifsmäfsig am mehreften Sauerftoffgas verfchluckt; in der zweiten Detonation dagegen wuchs das Verhältnifs des verzehrten Sauerftoffgas mit der zugefetzten Dofis.

Diefe Umftände machen es mir fehr wahrfcheinlich, dafs beim erften Detoniren nur ein Theil des brennbaren Gas verbrannte, ein anderer Theil fich dagegen mit Sauerftoffgas, ohne zu verbrennen, verband, und damit gasförmiges Kohlenftoff-Oxyd oder irgend ein noch unbekanntes brennbares Gas bildete; und zwar fcheint die Menge diefes fich bildenden Gas abzunehmen, wenn mehr Sauerftoffgas zugefetzt wird, weil in diefem Falle mehr brennbares Gas völlig verbrennt. Ohne Zweifel rührten die grofsen Anomalieen bei den Detonationen mit atmofphärifcher Luft von diefem neuen Gas her, das fich dabei nach variablen Verhältniffen bildete, je nachdem eine verfchiedene Menge von atmofphärifcher Luft zugefetzt worden war. Auch fieht man hieraus, dafs diefe erfte Klaffe von Verfuchen mit Sauerftoffgas nicht brauchbar ift, den wahren Gehalt des brennbaren Gas an Sauerftoff zu berechnen; denn nach dem zweiten Detoniren blieb immer noch brennbares Gas übrig, welches wahrfcheinlich gröfstentheils aus jenem neu gebildeten Gas beftand, und einen Theil des Sauerftoffs in fich enthielt.

Auch aus der Menge des *kohlenfauren Gas*, das fich nach beiden Detonationen fand, läfst fich gar kein Schlufs ziehen; denn die Detonationen waren über Waffer gemacht worden, und das Waffer verfchluckt jedes Mahl einen Theil deffelben, der variabel ift, obgleich er fich einigermafsen nach der Heftigkeit der Detonation und der Gröfse der bewirkten Raumverminderung richtet, und mit beiden zunimmt. Die wahre Menge des entftehenden kohlenfauren Gas läfst fich lediglich durch Detonationen über Queckfilber finden.

Aus der *zweiten Klaffe* der obigen Verfuche (den acht letzten), bei welchen fo viel Sauerftoffgas zugefetzt worden war, dafs eine einzige Detonation die ganze Menge des brennbaren Gas, mehr oder weniger vollftändig, verzehrte, ergaben fich folgende Refultate:

Verfuch	Es verzehrten fich im Detoniren mit einander reines brennbares Gas.	Sauerftoffgas.	Dadurch entftand kohlenfaur. Gas.	Raumverminderung nach Abfcheidung des kohlenf. Gas.
	Maafs.	Maafs.	Maafs.	Maafs.
7	17,79	17,21	12	35
8	18,53	16,47	10	35
9	16,35	15,65	10	32
10	17,60	18,80	13,5	36,5
11	17,60	15,69	17	39
12	17,60	19,38	15	38
13	17,36	18,64	13	36
14	17,60	17,45	14	37
im Mittel	17,55 oder 100	17,41 oder 99,20	13,08 oder 74,53	36 205

Bei diesen Versuchen blieb von dem brennbaren Gas nur sehr wenig in dem Rückstande, wenn die Menge des Sauerstoffgas etwas überwiegend war, und selbst gar nichts, wenn Sauerstoffgas dem brennbaren Gas nach dem Verhältnisse von 5 : 3 oder in noch höhern Verhältnissen zugesetzt worden war. Dass in vier dieser Versuche eine grössere Raumverminderung erfolgte, als sich aus der Menge des Sauerstoffgas und des brennbaren Gas, die sich mit einander verzehrt hatten, erklären läst, schrieb ich zuerst Irrthümern im Versuche zu. Als ich aber jeden derselben drei- bis viermahl mit aller möglichen Vorsicht wiederholte, blieb derselbe Ausfall. Ich bin daher geneigt, ihn daraus zu erklären, dass etwas von dem Stickstoffe, der in kleiner Menge gegenwärtig war, sich, beim Detoniren, mit dem Sauerstoffgas zu Salpetersäure verband; denn es ist bekannt, dass dieses geschieht, wenn Wasserstoffgas, welches Stickgas enthält, mit einem grossen Ueberschusse von Sauerstoffgas verbrannt wird. Die Menge ist so gering, dass sie keinen wesentlichen Einfluss auf die Resultate hat, höchstens den eilften Versuch ausgenommen, der aber mit den übrigen sehr gut übereinstimmt.

Nach dem Mittel aus diesen 8 Versuchen verzehren 100 Maass des reinen brennbaren Gas sehr nahe 100 Maass Sauerstoffgas; ein Verhältniss, das von der Wahrheit nicht weit abweichen kann.

In diesen Versuchen wurde also verhältnissmässig mehr Sauerstoffgas verzehrt als in den vorigen. Die wahre Menge des entstandenen kohlensauren Gas fand sich, als ich diese über Wasser angestellten Versuche über Quecksilber wiederholte, im Mittel zu 8,5 statt zu 6,9 Maass, also auf 100 Maass des brennbaren Gas zu 81,4 Maass.

Nehmen wir aus beiden Mitteln der beiden Reihen von Versuchen das Mittel, so haben wir folgendes Resultat: *Es verzehren 100 Maass reines brennbares Gas aus Torf, im Detoniren, 102 M. Sauerstoffgas, und bilden dabei 81 Maass kohlensaures Gas.* Und dieses Resultat kommt der Wahrheit, glaube ich, so nahe, als bei der jetzigen Art zu versuchen nur immer möglich ist.

4.

Nachdem wir die Eigenschaften des brennbaren Gas aus Torf ausgemittelt haben, lässt sich nun die Meinung des Herrn Henry prüfen, dass dieses Gas eine Mischung aus mehrern andern schon bekannten brennbaren Gasarten sey.

Oehlerzeugendes Gas kann unser Gas nicht enthalten; denn es erleidet keine wahrnehmbare Raumverminderung, wenn es mit oxygenirt-salzsaurem Gas versetzt wird. Hier kann also bloss von den drei andern brennbaren Gasarten, die sich aus Pflanzenkörpern entwickeln könnten, nämlich vom *Kohlen-Wasserstoffgas*, vom *gasförmigen Kohlenstoff-Oxyde* und von dem *Wasser-*

stoffgas die Rede seyn. Nun ist das specifische Gewicht

des gasförmigen Kohlenstoff-Oxyds	0,9560
des Kohlen-Wasserstoffgas	0,6000
des Wasserstoffgas	0,0843
und des Gas aus Torf	0,8128.

Wenn aber eine Gasart vom spec. Gewichte a mit einer andern von dem geringern specif. Gewichte b nach dem Verhältnisse von $x : y$ Maass gemischt ist, und die Mischung hat zum specifischen Gewichte c, so muss, nach einer wohl bekannten Eigenschaft der Flüssigkeiten, sich verhalten $x : y = c - b : a - c$ *). Hieraus folgt, dass wenn wir annähmen, das Gas aus Torf sey eine Mischung aus gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd *entweder* mit Kohlen-Wasserstoffgas, *oder* mit Wasserstoffgas, nothwendig die beiden Gasarten in dem Gas aus Torf nach dem Verhältnisse vorhanden seyn müssten: im ersten Falle von 59,78 : 40,20, im zweiten Falle von 83,57 : 16,43 Maass, und dass also das brennbare Gas aus Torf bestehen müsste in 100 Maassen

im ersten Falle aus	im zweiten Falle aus
60 M. gasförm. Kohlenst. Oxyd	83,5 M. gasf. Kohlenst. Oxyd u.
u. 40 M. Kohl.-Wasserstoffgas.	16,5 M. Wasserstoffgas.

Nun aber verzehren beim Detoniren

1) von *gasf. Kohlenst.-Oxyd*	60 M.	83,5 M.
an Sauerstoffgas	27 —	37,5 —
bilden damit kohlens. Gas	54 —	75,1 —
u. geb. eine Raumverm. von	33 —	45,9 —

*) Es ist dann nämlich, unter der S. 400. Anm. angedeuteten Voraussetzung, $ax + by = (x + y)\,c$. Gilbert.

Dagegen		und 3) von	
2) v. *Kohlen - Wasserstoffgas*	40 M.	*Wasserst. Gas*	16,5 M.
an Sauerstoffgas	80 —		8,5 —
bilden damit kohlens. Gas	40 —		0 —
u. geb. eine Raumverm. von	80 —		25 —

Von beiden Gasarten, welche zusammen ein Volumen von 100 Maass ausmachten, würde also beim Detoniren

an Sauerst. G. verz. werden	107 —		46 —
an kohlens. Gas entstehn	94 —		75,1 —
u. die Raumverm. betragen	113 —		10,9 —

Vergleicht man hiermit das obige Resultat, wonach 100 Maass Gas aus Torf beim Detoniren 102 Maass Sauerstoffgas verzehren, und damit 81 Maass kohlensaures Gas bilden; so zeigt sich, dass beide Voraussetzungen unzulässig sind, und dass das brennbare Gas aus Torf weder eine Mengung von gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd mit Kohlen-Wasserstoffgas noch mit Wasserstoffgas seyn kann. Für die erstere Meinung war ich anfangs nicht wenig eingenommen, da die Verschiedenheit in den *Resultaten* mir so klein zu seyn schien, dass sie von Irrthümern in den Versuchen herrühren könne. Ich wiederholte daher diese Versuche Tag vor Tag, um sie wo möglich mit jener Hypothese in Uebereinstimmung zu bringen; da sie aber immer dieselben Resultate gaben, so sah ich mich gezwungen, die Hypothese aufzugeben.

Dass das Gas aus Torf eben so wenig eine Mengung aus den hier genannten drei brennbaren Gasarten seyn kann, erhellt daraus, dass den specifischen Gewichten zu Folge das Verhältniss einer solchen Mengung zu 100 Maass nothwendig innerhalb folgender Gränzen fallen müsste: gasförmiges

Kohlenstoff-Oxyd zwischen 60 und 83 Maafs, Kohlen-Wasserstoffgas weniger als 40 Maafs; Wasserstoffgas weniger als 10 Maafs. Diese Gränzen lassen unzählig viel verschiedene Mischungen zu; bei keiner einzigen derselben nähern sich aber die Resultate der Detonation mit Sauerstoffgas denen, welche das brennbare Gas aus Torf wirklich giebt, so sehr, als unter der Annahme, dass es blofs aus gasförmigem Kohlenstoff-Oxyde und Kohlen-Wasserstoffgas gemengt sey. Auch würde es gegen alle Analogie seyn, anzunehmen, dass reines Wasserstoffgas aus Pflanzenkörpern durch Hitze entwickelt werden könne.

5.

Welche *Bestandtheile* enthält aber das brennbare Gas aus Torf?

Um hierauf zu antworten, muss ich von einer Hypothese ausgehn, die zwar noch nicht in aller Strenge bewiesen ist, aber doch so viel Wahrscheinlichkeit hat, dass die Chemiker sie zugeben werden; nämlich: dass wenn eine Mengung aus diesem brennbaren Gas und aus Sauerstoffgas entzündet wird, alles, was bei dem Verbrennen von beiden verschwindet, in Wasser und in kohlensaures Gas verwandelt wird. Das Volumen des erzeugten kohlensauren Gas giebt der Versuch. Es ist grade so grofs, als das Volumen Sauerstoffgas, welches in kohlensaures Gas verwandelt worden; und zieht man es also von dem ganzen Volumen des verzehrten

Sauerstoffgas ab, so findet sich, wie viel Sauerstoffgas beim Verbrennen verzehrt worden ist, ohne kohlensaures Gas zu bilden; und dieses hat nach unserer Voraussetzung sich mit dem Wasserstoffe des brennbaren Gas zu Wasser verbunden, wozu es gerade das Doppelte seines Volums an Wasserstoffgas bedarf. Berechnet man nun hieraus das Gewicht des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs, welche das brennbare Gas hergegeben hat, und es findet sich kleiner als das Gewicht der ganzen verzehrten Menge des brennbaren Gas, so muss dieses Gas ausser dem Kohlenstoff und dem Wasserstoff noch andere Bestandtheile enthalten haben. Und da ist denn die Hypothese die natürlichste, dass dieser Gewichts-Unterschied von einem in dem Gas gegenwärtigen Antheile Sauerstoff und Wasserstoff, welche sich beim Verbrennen zu Wasser verbunden haben, herrühre. Die nach dieser Hypothese berechneten Mengen von Sauerstoff und Wasserstoff, den zuvor gefundenen Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff zugesetzt, geben die Bestandtheile des brennbaren Gas vollständig.

Man übersieht aus dieser Auseinandersetzung der Zerlegungsmethoden des brennbaren Gas, dass dabei freilich einige Ungewissheit bleibt; aber der jetzige Zustand unserer chemischen Kenntnisse lässt keine grössere Präcision zu.

Das kohlensaure Gas, nehme ich an, bestehe zu 0,28 seines Gewichts aus Kohlenstoff; denn die Versuche Lavoisier's und Tennant's schei-

nen mir weit genauer, als die von Guyton zu seyn, denen auch die neuern Versuche Berthollet's widersprechen.

Da in meinen beiden Versuchsreihen das Gas nicht einerlei specifisches Gewicht hatte, so ist das Mittel aus beiden hier nicht brauchbar. Ich lege daher bei der Berechnung das Resultat der zweiten Versuchsreihe zum Grunde. Nach diesem verzehrten 100 Maass Gas aus Torf, welche 25,02 engl. Grains wogen, 105 Maass Sauerstoffgas, und bildeten damit 81,4 Maass kohlensaures Gas, worin 10,6 Grains Kohlenstoff enthalten sind. Folglich dienten 105 — 81, 4 = 23,6 Maass Sauerstoffgas zur Bildung von Wasser, und dazu wurden 47,2 Maass Wasserstoffgas verwendet, deren Gewicht 1,2 Grains beträgt. Zieht man nun von 25,02 Grains 10,6 + 1,2 Grains ab, so bleibt ein Ausfall von 13,22 Grains; und so viel, nehmen wir an, wog der in dem Gas enthaltene Sauerstoff und Wasserstoff, die sich beim Detoniren mit einander zu Wasser verbunden haben. Wasser besteht aber nahe zu $\frac{1}{7}$ seines Gewichts aus Wasserstoff, also diese Wassermenge aus 2,20 Wasserstoff und 11,02 Sauerstoff. Also sind Folgendes die Bestandtheile des brennbaren Gas aus Torf:

	in 25,02 Grains;	in 100 Grains.
Sauerstoff	11,02 —	44 —
Kohlenstoff	10,60 —	42,4 —
Wasserstoff	3,40 —	13,6 —
	25,02	100

Da aber unser Gas drei Bestandtheile enthält, so

kohlensaures Gas, und die andern 116 in Wasser verwandelt, wozu 232 Cub. Zoll Wasserstoffgas erforderlich waren. Nun sind in 70 Cub. Zoll kohlensaurem Gas 9,11 engl. Gran Kohlenstoff, und in 232 Cub. Zoll Wasserstoffgas 6,03 Gran Wasserstoff enthalten. Beide abgezogen von 19,73 Gran, als dem Gewichte von 100 Cub. Zoll des brennbaren Gas, geben einen Ausfall von 4,59 Gran, welche Wasser seyn, und folglich aus 0,65 Gr. Wasserstoff und 3,94 Gr. Sauerstoff bestehen müssen. Also waren die Bestandtheile dieser ersten Portion des brennbaren Gas:

	in 19,73 Gran	in 100 Gran
Kohlenstoff	9,11 —	46 —
Wasserstoff	6,68 —	34 —
Sauerstoff	3,94 —	20 —

Sie war also weit ärmer an Sauerstoff, *und viel* reicher an Wasserstoff, als das vorhin untersuchte Gas. Kohlen-Wasserstoffgas war diese erste Portion des Gas also nicht; dazu erzeugte sie im Detoniren zu wenig kohlensaures Gas. Eben so wenig konnte sie eine Mengung aus gasförmigem Kohlenstoffoxyd und aus Kohlen-Wasserstoffgas seyn; denn ihr specifisches Gewicht kam dem des letztern Gas zu nahe, als daſs sie von dem erstern eine bedeutende Menge hätte können beigemischt enthalten.

Versuche mit der zweiten Portion.

	1.	2.	3.
Es wurden detonirt:	M.	M.	M.
unrein. brennb. Gas	20 ;	20 ;	20
unrein Sauerstoffgas	20 ;	40 ;	60

ent-

	1. M.	2. M.	3. M.
ent- halt- tend } rein. brennb. Gas	16,34	16,34	16,34
rein. Sauerstoffgas	19,83	38,93	58,03
Stickgas	3,83	4,73	5,63
Es blieb Gas-Rückstand	15	36	56
Erzeugtes kohlens. Gas	6	7	9
Rückstand nach Abscheidung desselben	9	29	47
Dazu ges. Salpetergas	27	55	113,5
Beide vermind. sich bis auf	27	—	59
Also enthielt der Rückstand			
Sauerstoffgas	1,2	20,80	37,40
Stickgas	3,83	4,73	5,63
brennb. Gas	3,97	3,97	3,97

Es ist merkwürdig, dass in allen drei Versuchen genau dieselbe Menge brennbares Gas zurückblieb, und es wird daraus wahrscheinlich, dass dieser Rückstand unverbrennlich, und von dem Gas, welches verzehrt wurde, in seiner Natur verschieden war.

Es verzehrten sich hiernach im Detoniren mit	1. M.	2. M.	3. M.	Im Mittel Maass	
ein- ander } rein. brennb. Gas	12,37	12,37	12,37	12,37	100
rein. Sauerstoffgas	18,63	18,13	21,63	19,46	158,7
Die Raumverminderung, *inclus.* des kohlens. Gas, betr.	31	31	34	32	258,7
Das entstandene kohlens. Gas	6	7	9	7,3	59,0

Beim Detoniren über Queckfilber entstanden aus 100 Maass Gas 60,63 M. kohlensaures Gas. Dieses Mahl wurde also weniger Sauerstoffgas verzehrt, als in den vorigen Versuchen; 60 Cub. Zoll von 157 verwandelten sich in kohlensaures Gas, welches an Kohlenstoff 7,81 engl. Gran enthält; folglich 97 in Wasser, wozu 194 Cub. Zoll oder 5,04

engl. Gran Wasserstoffgas gehörten. Da nun 100 Cub. Zoll des brennbaren Gas 18,85 Gran wogen, so bleiben 6 Gran Ausfall, und sofern diese auf Wasser beruhen, das aus den Bestandtheilen des Gas selbst sich bildete, enthielt das Gas noch 0,85 Gran Wasserstoff, und 5,15 Gr. Sauerstoff. Folglich waren die Bestandtheile der zweiten Portion dieses brennbaren Gas

	in 18,85 Gran		in 100 Gran
Kohlenstoff	7,81 —	;	41,45 —
Wasserstoff	5,89 —	;	31,25 —
Sauerstoff	5,15 —	;	27,30 —

7.

Die Anzahl dieser Versuche ist vielleicht noch nicht groſs genug, um zuverläſsige Resultate zu geben; da ich sie indeſs mit aller möglichen Sorgfalt angestellt, und mehrere zwei bis drei Mahl wiederholt habe, so kann, denke ich, kein groſser Irrthum in ihnen enthalten seyn.

Es fällt in die Augen, daſs das brennbare Gas, welches die Hitze aus Torf entwickelt, und besonders die letzte Portion desselben, kein Gemenge aus gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd und aus Kohlen-Wasserstoffgas seyn kann; denn es übertrifft die leichteste dieser beiden Gasarten im specif. Gewichte nur wenig. Auch Kohlen-Wasserstoffgas kann es nicht seyn; dazu verzehrt es im Detoniren nicht Sauerstoffgas genug, und bildet dabei nicht genug kohlensaures Gas. Da es aber doch im specifischen Gewichte und in andern Eigenschaf-

ten variirt, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass es wirklich eine Mengung aus *zwei verschiedenen* Gasarten nach veränderlichen Verhältnissen ist. Die eine könnte wohl gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd seyn; dass aber die andere aus einem Gas bestehn muss, welches wir im reinen und unvermischten Zustande *noch nicht kennen*, glaube ich hier bewiesen zu haben. Dieses Gas muss specifisch leichter, als Kohlen-Wasserstoffgas seyn, und weniger Kohlenstoff, aber mehr Wasserstoff als dieses enthalten. Wahrscheinlich enthält es Sauerstoff als Bestandtheil, und in diesem Falle geben uns die vorhergehenden Versuche nicht Data genug an die Hand, um das specifische Gewicht und das Mischungsverhältniss desselben aus ihnen abzuleiten. Auf jeden Fall würde es zu früh seyn, schon jetzt eine Untersuchung zur Bestimmung beider zu unternehmen, bevor nicht eine grössere Anzahl brennbarer Gasarten, welche aus Pflanzenkörpern entwickelt worden, genauer untersucht seyn werden.

V.

EINIGE VORSICHTSREGELN,

welche man bei dem Gebrauche des Volta'schen Eudiometers zu beobachten hat,

von

A. B. Berthollet (dem Sohne) *).

Um die äusserste Genauigkeit zu erreichen, zu welcher die Herren von Humboldt und Gay-Lussac die eudiometrischen Analysen gebracht haben, darf man einige Vorsichtsregeln nicht aus-ser Augen verlieren, welche ich hier angeben will.

Es ist schon vor längerer Zeit bemerkt worden, dass, wenn man in dem Volta'schen Eudiometer über Wasser operirt, und das Instrument während des Verbrennens der Gasarten verschlossen hält, der Gasrückstand durch Luft vermehrt wird, welche sich aus dem Wasser in dem Augenblicke entwickelt, wenn man dieses in den leeren Raum hinauf steigen läst, der durch die Detonation entstanden ist. Diesem Umstande muss man den unverbrennlichen Rückstand grossentheils zuschreiben, welcher sich immer bei der Zerlegung zusammengesetzter (verbrennlicher) Gasarten fin-

*) *Mémoires de la Soc. d'Arcueil.* Herr Berthollet theilt sie am Ende seiner Untersuchungen über das Ammoniak mit, die er in dem Institute am 24. März 1808 vorgelesen hat; sie verdienen, dass ich sie abgesondert heraushebe. *Gilbert.*

det, bei denen man, um zu einer vollständigen Absorption zu gelangen, wiederholt detonirt hat.

Man hat geglaubt, um dieses zu vermeiden sey es hinreichend, während der Detonation eine freie Verbindung des Innern des Eudiometers mit dem äufsern Wasser zu erhalten; man kann sich aber leicht überzeugen, dass diese Vorsichtsregel nicht ausreicht, und dass auch in diesem Falle aus dem Wasser ein Theil der Luft, welches es enthält, in dem Augenblicke entweicht, wenn es in den luftleeren Raum herauf steigt, der durch die Verdichtung der Gasarten entstanden ist. Bei einer Mischung aus 100 Theilen nicht ganz reines Sauerstoffgas und 200 Theilen Wasserstoffgas, die nur 3 bis 4 Theile Rückstand hätte lassen sollen, betrug der Gasrückstand 8 Theile. Eine Mischung von 298 Theilen desselben Wasserstoffgas mit 145 Theilen desselben Sauerstoffgas, hätten nur 14 Theile Rückstand lassen sollen; dieser betrug aber 24 Theile, war also um 10 Theile zu gross. Als das Eudiometer verschlossen blieb, während 300 Theile des erstern mit 148 Theilen des letztern Gas detonirt wurden, blieben statt 10 Theilen 49 Theile Rückstand.

Zahlreiche Versuche, von denen ich der Kürze halber hier nur die Resultate angeben will, haben mich belehrt: dass sich aus dem Wasser in der That viel weniger Luft entwickelt, wenn das Eudiometer während des Detonirens offen bleibt, als wenn man es verschlossen hat; dass die Menge

dieser Luft desto größer ist, je größer das Gasvolumen ist, welches man detonirt hat, bei einerlei Verhältniß desselben zum Rückstande; und daß sich endlich von dieser Luft in eben dem Verhältnisse mehr entwickelt, als des Rückstandes im Verhältnisse des detonirten Gasgemisches weniger bleibt. Da auch noch mehrere andere Umstände auf die Menge der Luft, die in dem Eudiometer aus dem Wasser aufsteigt, Einfluß haben, so hat sie den doppelten Nachtheil, der Genauigkeit der Resultate hinderlich zu werden und viel Unregelmäßigkeit in die Resultate zu bringen.

Beträgt der Rückstand $\frac{1}{8}$ des ganzen Gasvolumens oder weniger, so ist der Fehler wegen der Luftentwickelung merkbar; steigt er dagegen auf $\frac{1}{4}$ oder mehr des Gasvolumens, so ist der Fehler so klein, daß man ihn vernachläßigen kann; doch bringt er auch dann noch bei einer Reihe von Analysen einige Ungleichheit in die Resultate. Beträgt aber das Volumen des Rückstandes wenigstens $\frac{1}{2}$ des Volumens der Gasarten, die man mit einander detonirt hat, so bleiben die Resultate von allem Einflusse von Luft, die aus dem Wasser aufsteigt, frei, wofür die vollkommene Regelmäßigkeit derselben der Beweis ist.

Durch die Versuche der Herren von Humboldt und Gay-Lussac über die eudiometrischen Mittel, welche ein so vollendetes Vorbild von Genauigkeit sind, werden diese Aussagen auf eine viel überzeugendere Art bewiesen,

als es die gesammten Resultate, aus denen ich sie abstrahirt habe, zu thun vermöchten. Bei den Zerlegungen der atmosphärischen Luft, deren Resultate sie in ihrer Abhandlung in einer Tabelle zusamengestellt haben *), hatten sie jedes Mahl 200 Theile atmosphärische Luft mit 200 Theilen Wasserstoffgas vermischt; es blieb folglich nach dem Detoniren ein Rückstand an Gas, der mehr als die Hälfte des Volumens der mit einander detonirten Luftarten betrug. Auch gaben unter 29 Analysen 20 genau dieselbe Absorption, und nimmt man zwei Versuche aus, so beträgt die gröſste Abweichung unter den Resultaten nur 0,003. Bei denen Versuchen dagegen, durch die sie das Verhältniſs zu bestimmen suchten, wonach Sauerstoffgas und Wasserstoffgas sich zu Wasser verbinden, detonirten sie mit einander 100 Theile Sauerstoffgas und 300 Theile Wasserstoffgas; es blieb also ein Gasrückstand, der nur $\frac{1}{4}$ des Volumens der mit einander detonirten Gasarten betrug; und nun stimmten unter 12 Resultaten, die sie mitgetheilt haben, nur 3 genau mit einander überein, und die gröſste Abweichung zwischen ihnen steigt bis auf 0,015 **). Ich bin selbst geneigt, der aus dem Wasser entweichenden Luft (bei der Beständigkeit, mit der sie sich bei meinen Versuchen gezeigt hat) die 0,08 Stickgas zuzuschreiben, welche die Herren von Humboldt und Gay-Lussac

*) Diese *Annal.*, J. 1805. St. 5. od. B. 20. S. 82. *Gilbert.*
**) Daselbst, S. 69. *Gilbert.*

in dem Wasserstoffgas gefunden haben, das sie mit einer Sorgfalt bereitet hatten, bei der es nothwendig von aller Verunreinigung frei bleiben musste.

Man darf also, selbst wenn man in einem unverschlossenen Eudiometer detonirt, doch nur dann auf vergleichbare Resultate hoffen, wenn man in derselben Reihe von Versuchen einerlei Volumina der mit einander zu detonirenden Gasarten beibehält, und beide Gasarten in solchem Verhältnisse nimmt, dass das Volumen des gasförmigen Rückstandes wenigstens noch die Hälfte des Volumen der beiden mit einander detonirten Gasarten beträgt. Als ich diese Vorsichtsregeln zugleich mit den andern, welche man anzuwenden pflegt, beobachtete, fand sich in meinen Resultaten eben so viel Uebereinstimmung, als in denen der Herren von Humboldt und Gay-Lussac.

Ich fand aber dieselbe Uebereinstimmung nicht mehr, als ich zwei Reihen von Versuchen, wovon die eine über Wasser, die andere über Quecksilber angestellt worden war, mit einander verglich, obgleich jede dieser beiden Versuchsreihen einzeln alle Genauigkeit zeigte, deren sie fähig sind. Sie wichen jedoch nur dann von einander ab, wenn der Rückstand Sauerstoffgas enthielt, und stimmten auf das genaueste überein, wenn der Wasserstoff in demselben vorherrschte. So z. B. gaben Analysen der atmosphärischen Luft, die über Quecksilber angestellt wurden, jedes Mahl

den bekannten Gehalt an Sauerstoffgas; bei der Zerlegung des Ammoniakgas fand sich aber immer des Wasserstoffgas verhältnissmäsig mehr, als wenn ich über Wasser operirte, und die Absorption war so viel bedeutender, dass sich auf 1 oder 2 Theile Wasserstoff mehr schliessen liess. Wasserstoffgas, das aus destillirtem Zink und Schwefelsäure bereitet, und über Quecksilber aufgefangen worden war, und, über Wasser behandelt, sich als vollkommen rein gezeigt hatte, erschien, über Quecksilber detonirt, zu rein, oder gab, um mich genauer auszudrücken, eine Absorption, die grösser war, als sie es nach dem Volumen-Verhältnisse von zwei zu eins hätte seyn sollen, in welchem Wasserstoffgas und Sauerstoffgas sich mit einander zu Wasser condensiren.

Das Sauerstoffgas, welches ich zu diesen Versuchen brauchte, enthielt ungefähr 0,02 Stickgas. Bei jeder Detonation über Quecksilber setzte sich auf die Oberfläche des Eudiometers ein weisslich-grauer Niederschlag in Menge ab, der sich nicht zeigte, wenn man dieselben Gasarten über Wasser detonirte; auch im erstern Falle nicht erschien, wenn die Oberfläche des Quecksilbers im Eudiometer selbst nur 4 bis 5 Millimeter (2 Linien) hoch mit Wasser bedeckt war. Lackmustinctur, nach der Detonation in das Eudiometer gebracht, röthete sich. Diese Umstände beweisen, dass die zu grosse Absorption davon herrührte, dass beim Detoniren ein wenig Salpetersäure gebil-

det wurde, und Queckſilberdampf ſich oxydirte. Hiervon habe ich mich noch mehr überzeugt, als ich zwei Litres einer Mengung aus Waſſerſtoffgas und aus überſchüſſigem Sauerſtoffgas, das durch Stickgas verunreinigt war, in einigen vierzig hinter einander folgenden Detonationen verbrannte. Der Niederſchlag, der ſich fand, war Queckſilberoxyd im *Minimo*, und an den bekannten Eigenſchaften dieſes Oxyds leicht zu erkennen. Die Flüſſigkeit, welche ſich gebildet hatte, war ſtark ſauer; Kali fällte daraus ſchwarzes Queckſilberoxyd, und ein Papier, in das ſich die ſo neutraliſirte Flüſſigkeit eingeſogen hatte, verbrannte mit Funkenwerfen, wie Papier, das man mit einer Salpeterauflöſung getränkt hat.

Dieſes iſt nicht das erſte Beiſpiel eines Einfluſſes, den Queckſilberdampf, in ſo *geringer* Menge er auch entſteht, auf chemiſche Erſcheinungen äuſsert. Herr Monge *) hatte bei ſeinen Verſuchen über die Veränderung, welche kohlenſaures Gas durch Elektriſiren erleidet, bemerkt, daſs wenn er die Funken aus einem nicht-oxydirbaren Leiter in das Queckſilber überſpringen lieſs, ſich Queckſilberdampf im Zuſtande ſchwarzen Oxyds niederſchlug. Eben ſo hat Prieſtley bemerkt, daſs, wenn man elektriſche Entladungsſchläge durch kohlenſaures, ſalzſaures oder ſchwefligſaures Gas hindurch gehen lieſs, die Oberfläche des Queckſilbers und das ganze Innere des Gefäſses

*) *Mémoires de l'Acad. A.* 1786. *B.*

ſich mit ſchwarzem Queckſilberoxyd bedeckten. In dieſen Fällen zerſetzt der Queckſilberdampf das den Gasarten beigemengte Waſſer. Bei den Zerlegungen im Eudiometer muſs er noch viel leichter oxydirt werden, da ſich in dem ganzen Raume, durch den er verbreitet iſt, ſalpetrige Säure bildet.

Was dieſe letztere betrifft, ſo hielt man, ſeit der herrlichen Entdeckung Cavendiſh's, es für unvermeidlich, daſs bei jeder Syntheſis des Waſſers auch Salpeterſäure entſtehe, bis der groſse Verſuch der Herren Fourcroy, Vauquelin und Seguin das Gegentheil dargethan und nachgewieſen hat, daſs ein ſehr langſames Verbrennen ein Mittel, und zwar das einzige iſt, die Bildung von Salpeterſäure zu vermeiden.

Man vernachläſſigte bisher den ſehr geringen Einfluſs, den dieſe beiden Wirkungen auf eudiometriſche Analyſen, welche über Queckſilber angeſtellt werden, haben können; meine Verſuche zeigen indeſs, daſs ſie manchmahl Aufmerkſamkeit verdienen, und daſs man von Verſuchen, die über Waſſer angeſtellt werden, eine gröſsere Genauigkeit, als von ihnen zu erwarten hat.

VI.

AUSZUG

aus einem Berichte der HH. Delambre, Charles, Burckhardt *und* Gay-Lussac *an die erste Klasse des Instituts,*

über ein schweres Krystallglas,

welches die Herren Kruines und Lançon dieser Klasse vorgelegt haben *).

— — Auch in England stand ein Preis von 1000 Pf. Sterling auf die Vervollkommnung des Flintglases, ihn hat aber bis jetzt niemand verdient. Die Herschel'schen Spiegelteleskope scheinen die Aufmerksamkeit der Physiker von diesem Gegenstande abgelenkt zu haben; allein in vielen Fällen können sie nicht die Stelle der achromatischen Fernröhre ersetzen. So z. B. beim Seewesen, im Kriege, und selbst nicht an astronomischen Instrumenten, auf deren Vollkommenheit die Güte des Fernrohrs wesentlichen Einfluss hat.

Die Herren Kruines und Lançon haben sich durch die glücklichen Versuche, welche von Andern in Frankreich angestellt worden sind, das Flintglas nachzumachen, nicht abschrecken lassen,

*) Ich übergehe hier alles, was die Leser schon in dem Berichte über das schwere Krystallglas des Hrn. Dufougerais im vorigen Stücke dieser *Annalen* gefunden haben. *Gilbert.*

selbst Untersuchungen über die Fabrikation des Flintglases anzustellen, und sie haben sehr genügende Resultate erhalten. Das Krystallglas, welches die Klasse von ihnen erhalten hat, übertrifft nicht nur das beste englische Flintglas, sondern alles, was man bisher in dieser Art hervorgebracht hat; und da sie ihr Verfahren mehrere Mahle im Grossen mit gleichem Erfolge wiederholt haben, so darf man es für ein sicheres Verfahren halten.

Dieses Krystallglas ist sehr weiss, sehr rein und ohne bemerkbare Fäden und Streifen. Das specifische Gewicht desselben ist 3,7, während das englische Flintglas nur ein spec. Gewicht von 3,3 hat. Das Brechungs-Verhältniss aus diesem Krystallglase in Luft ist 3 : 5 [1 : 1,667], während das Brechungs-Verhältniss aus gemeinem Glase in Luft nur 2 : 3 [1 : 1,5] ist, und das Brechungs-Verhältniss des Flintglases das Mittel zwischen diesen beiden hält [1 : 1,60] *).

Aus den Versuchen, welche die Commission gemeinschaftlich mit dem Obersten Malus über das Zerstreuungs-Vermögen dieses Krystallglases angestellt hat, ergiebt sich, dass das Zerstreuungs-Vermögen des gemeinen Glases, des Flintglases und dieses Krystallglases sich zu einander ungefähr wie 2 : 3 : 5 verhalten **).

*) Das schwere Krystallglas des Hrn. Dufougerais hat nur ein spec. Gewicht von 3,588, und das Brechungs-Verhältniss desselben ist 1 : 1,64. Vergl. S. 253. *Gilbert.*

**) Das Zerstreuungs-Vermögen des schwersten Flintglases

Die Brennweiten der Convexlinsen, welche aus diesem Krystallglase verfertigt werden, sind bei dem starken Brechungs-Vermögen desselben um $\frac{1}{4}$ kürzer, als gleicher Linsen aus gemeinem Glase; welches in sehr vielen Fällen von Nutzen seyn kann.

Herr Kruines, der ein geschickter Optiker ist, hat aus diesem Krystallglase nicht nur Prismen geschliffen, die ein Farbenbild von vorzüglicher Schönheit geben, sondern er hat auch angefangen, achromatische Fernröhre daraus zu verfertigen. Herr Delambre hat einen solchen Achromat von 0,4 Meter [15 p. Zoll] Brennweite und 0,042 Meter [$1\frac{1}{2}$ Zoll] Oeffnung, mit einem Dollond'schen von gleicher Länge verglichen, und gefunden, dass er den Vorzug verdiente.

Man sieht aus diesem allen, dass die *Herren* Kruines und Lançon durch ihre Bemühungen die Kunst, achromatische Fernröhre zu verfertigen, in der That um einen Schritt weiter gebracht haben. Sollte diesen Künstlern ihr Vermögen erlauben, die Fabrikation ihres Krystallglases mehr als bisher zu erweitern, so würden wir sehr bald glückliche Folgen davon gewahr werden.

verhält sich zu dem des schweren Krystallglases des Hrn. Dufougerais wie 3 : 3,6. *Gilbert.*

VII.

AUSZUG
aus einigen Briefen an den Professor Gilbert.

1. *Vom Herrn Justizrathe und Oberamtmann* Schröter.

Lilienthal, den 20. März 1810.

Sie haben mich durch die gütige Mittheilung der uns noch ganz unbekannt gebliebenen La Place'schen Erklärung der Beobachtungen des Saturnsringes *) sehr erfreuet. Sie ist sehr sinnreich; genüget aber weder mir, noch dem Hrn. Professor Bessel, und verliert in gewissem Betrachte die Wahrscheinlichkeit.

Jetzt bin ich mit der Bearbeitung meiner Beobachtungen des grossen Cometen von 1807 fertig. Sie enthalten über manche Wahrheit viel Einleuchtendes und über die gewaltig grossen elektrischen Wirkungen im Schweife höchst merkwürdige Resultate, die jedem Liebhaber sehr fasslich sind. Die Ausgabe verspäthet sich länger, als ich vermuthet hatte. — —

*) Gegenwärtiger Band der *Annalen*, S. 76. *Gilbert.*

2. *Vom Hrn. Professor* Benzenberg.

Düsseldorf, den 20. Febr. u. 20. März 1810.

Ich übersende Ihnen hierbei einen Aufsatz über einige Höhenmessungen, welche ich im vorigen Herbste in dem Siebengebirge und in der benachbarten Rheingegend gemacht habe *), und einen zweiten Aufsatz, der Versuche über die Geschwindigkeit der Schall-Fortpflanzung enthält.

Die Begebenheiten der letzten Jahre, durch die so mancher Briefwechsel unterbrochen wurde, haben auch den unsrigen gestört. Ueberdies entfernten mich meine Geschäfte von dem Studium der Naturkunde. Nach einem doppelten schmerzhaften Verlust, der mich in kurzer Zeit betroffen hat, habe ich mich von Geschäften zurück gezogen; meine kleine Sternwarte bleibt fast *meine* einzige Liebhaberei, und ich werde in diesem Sommer nach Italien gehen. Unser gemeinschaftlicher Freund Brandes in Eckwarden, der seine Beobachtungen über die Strahlenbrechung hoffentlich fortsetzen wird, und dazu ein Paar vortreffliche Thermometer mit eingeätzten Scalen von Loos in Büdingen sich bedienen will, muntert mich auf, diese Reise bis nach Reggio fortzusetzen, um dort die *Fata Morgana* gehörig und or-

*) Er folgt in dem nächsten Stücke und er giebt das belehrende Detail der Beobachtungen, von denen der Leser einige Resultate im vorigen Stücke S. 351. gefunden hat.

Gilbert.

ordentlich zu beobachten *); ob es aber möglich seyn werde, bei den jetzigen Umständen in Unter-Italien weiter als bis Neapel zu gehen, daran muſs ich zweifeln. Prof. Kramp in Kölln hat ſich eine Zeit lang mit Brandes Refractions-Beobachtungen beſchäftigt; er verläſst jetzt unſere Gegend, indem er als Decan der Facultät der Wiſſenſchaften nach Straſsburg geht; wir verlieren hier an ihm den einzigen tiefen Mathematiker, den wir noch hatten.

Die Hochzeits-Feierlichkeiten des Kaiſers werden mir wahrſcheinlich bald aufs neue Gelegenheit zu Beobachtungen über den Schall verſchaffen. Wie geſchwind mag ſich wohl der Schall auf den Schweizer Alpen fortpflanzen? Wenn dieſe Meſſungen ſo wenig Schwierigkeit hätten, als die mit dem Barometer, ſo würde ich meine Tertienuhr mit auf die Reiſe nehmen. Ich glaube indeſs, daſs man doch noch Verſuche über die Geſchwindigkeit des Schalls in ſehr verdünnter Luft wird anſtellen müſſen, ehe die Theorie über die Fortpflanzung des Schalls ganz aufs Reine kommen wird.

Auf der hieſigen Präfectur werden täglich alle meteorologiſchen Beobachtungen gemacht. Ich habe von unſerm Herrn Präfecten den Auftrag, Ihnen die Reſultate am Ende des Jahres zuzuſenden.

*) Vergl. oben S. 146. *Gilbert.*

Es scheint mir nützlich zu seyn, die genauen Barometer-Beobachtungen, welche an verschiedenen Orten gemacht werden, bekannt zu machen, damit Reisende bei ihren Barometer-Beobachtungen ohne Mühe correspondirende von mehreren Orten finden mögen, mit denen sie die ihrigen vergleichen können. Bei der grossen Veränderlichkeit des Barometerstandes in unsern Breiten giebt jede einzelne Beobachtung immer nur ein äusserst unsicheres Resultat; und ich weiss nicht, wie Hr. von Lindenau so viel Werth auf diese Art von Beobachtungen hat legen können. Selbst die mittlere Höhe des Barometers scheint an unsern Meeren verschieden zu seyn. Hr. von Lindenau nimmt sie zu 28 Zoll 2,2 Lin. an, und Hr. Brandes schrieb mir neulich, dass Hr. Woltmann sie zu Cuxhaven 27,96 par. Zoll findet.

Wie mag es kommen, dass man, so viel ich weiss, noch nicht den Einfluss in Rechnung gebracht hat, den die schnelle Wärme-Aenderung an der Erde auf die Berechnung der Barometerhöhen hat? — Nach den Beobachtungen, die Hr. Dr. Brandes in Eckwarden in seinem Werke über die Strahlenbrechung anführt, ist die Wärme in 200 Fuss Höhe von der Erde oft um 3 bis 4 Grad von der, welche in 10 Fuss von der Erde herrscht, verschieden. Wie es mir scheint, erklärt dieser einzige Umstand alle Anomalieen, die man beim Höhenmessen mit dem Barometer gefunden hat, wenn man damit genaue trigonometrische Messun-

gen vergleicht, und die keine einzige Formel, weder die von de Luc, noch die von Schuckburgh, von Trembley, La Place und Kramp darstellen kann. Man sieht dieses, wenn man die Beobachtungen und Messungen des Mont-blanc vergleicht. Ich habe die Reise von Saussure nicht zur Hand, und kann also nur die beiden Data anführen, dass das untere Thermometer + 22,6 R. und das obere — 2,°3 R. zeigte. Die Beobachtungszeit war mitten im Sommer, und mitten am Tage. Wenn nun gerade hier, wie nicht unwahrscheinlich ist, derselbe Fall eintrat, den Hr. Brandes anführt, dass das untere Thermometer in 200 Fuss Höhe 4 Grade niedriger gestanden hätte, weil es hier entfernter von der erhitzten Erde war. Wenn ferner das Thermometer auf dem Mont-blanc, welches jetzt nur 3 Fuss vom ewigen Schnee entfernt war, und — 2,°3 zeigte, in eine Höhe von 200 Fuss über dem Berge 3 Grade mehr gezeigt hätte, weil es entfernter von der erkälteten Erde gewesen wäre, was würde die Folge hiervon in der Höhenmessung des Mont-blanc seyn? Eine Aenderung von 50 Toisen auf 2300.

In der lehrreichen Einleitung seiner Höhentafeln macht Hr. von Lindenau auf die Schwierigkeit aufmerksam, die es hat, den wahren Wärmegrad der freien Luft zu finden, und zeigt, dass ein kleiner Fehler in diesem einen grössern Einfluss auf die gemessene Höhe hat, als einer am Barometer. Es ist indessen merkwürdig, dass weder Hr.

von Lindenau noch Herr Ramond für die Wärmeabnahme, an der Erde eine eigene Correction in Zahlen entwickelt, und dabei die Beobachtungen von Pictet, Saussure, Six und Brandes zum Grunde gelegt haben. Ramond scheint diese Anomalieen gekannt zu haben, aber auf eine allgemeine Erklärung ihrer Ursachen scheint er nicht gekommen zu seyn*).

*) Man vergleiche hiermit die weitern Auseinandersetzungen in dem Briefe des Hn. Dr. Brandes oben S. 346.

Gilbert.

Taf. VI.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

